

24
STRONY

PRAKTYCZNY

ELEKTRONIK

NR IND 372161

cena 9000zł

GRUDZIEŃ **NR 5**

Pomiary napięć zmiennych – teoria i praktyka

Przy pomiarach napięć zmiennych popełniane są bardzo często błędy wynikające z nieznanomości możliwości przyrządów pomiarowych. Artykułem tym pragniemy przybliżyć pewne problemy związane z tą dziedziną pomiarów.

W pomiarach napięć zmiennych odczytu wielkości mierzonego napięcia dokonuje się najczęściej w wartościach skutecznych lub międzyszczytowych. Te ostatnie odnoszą się zwłaszcza do pomiarów napięć impulsowych. Przy podawaniu napięć zmiennych mamy z reguły na myśli ich wartości skuteczne. Powstaje więc pytanie czym jest wartość skuteczna napięcia zmiennego. Definicja brzmi następująco:

Wartość skuteczna napięcia zmiennego o okresie T , jest to taka wartość napięcia stałego, które przyłożone do takiej samej rezystancji wydzieli w tym samym czasie T taką samą ilość ciepła co dane napięcie zmienne.

Definicja ta jest bardzo istotna, gdyż określa ona równość mocy traconej na rezystancji przez prąd stały i skuteczną wartość prądu zmiennego. Związek matematyczny pomiędzy wartością szczytową (maksymalną), a skuteczną jest następujący:

$$U_{SK} = \frac{U_S}{\sqrt{2}}; \quad \text{lub pisząc inaczej}$$

$$U_{SK} = 0,707 U_S$$

gdzie: U_{SK} – wartość skuteczna napięcia
 U_S – wartość szczytowa napięcia

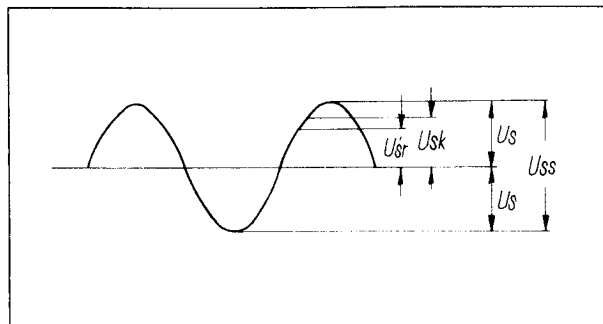
Wzór ten jest prawdziwy tylko dla napięć sinusoidalnych, co jest bardzo ważne i należy o tym zawsze pamiętać. O przydatności tego wzoru może świadczyć prosty przykład. Mamy transformator sieciowy o napięciu na uzwojeniu wtórnym równym 10 V. Jakie będzie napięcie na kondensatorze za prostownikiem. Kondensator ładuje się do napięcia szczytowego zatem $U_c = 1,41 \cdot 10V = 14,1 V$.

Dla napięć zmiennych określa się także wartość średnią napięcia. Ograniczymy się tylko do podania zależności pomiędzy wartością średnią, a szczytową:

$$U_{\text{sr}} = 0,637 U_S$$

gdzie: U_{sr} – wartość średnia napięcia

Tak samo jak poprzednio wzór ten odnosi się tylko do napięć sinusoidalnych. Dla napięć impulsowych posługujemy się wartościami szczytowymi (U_s lub U_p), albo międzyszczytowymi (U_{ss} lub U_{pp}).



Rodzi się pytanie dlaczego stosuje się dwie miary napięcia przy pomiarach napięć sinusoidalnych i impulsowych. Odpowiedź jest prosta: wynika to z zasady działania mierników napięć zmiennych.

Typowy miernik z ustrojem magnetoelektrycznym (np. LAVO2, LAVO3) i prostownikiem diodowym mierzy wartość średnią napięcia. Inaczej mówiąc wychylenie wskazówki w takim mierniku jest proporcjonalne do wartości średniej napięcia bez względu na kształt mierzonego przebiegu. W praktyce jednak informacja o wartości średniej napięcia jest mało przydatna, dlatego też miernik jest wyskalowany w wartościach skutecznych napięcia zmiennego. Skalowanie takie jest możliwe w oparciu o wzory przedstawione powyżej. Jednakże jak zaznaczono to wcześniej wzory te obowiązują dla napięć sinusoidalnych. Ma to zasadnicze znaczenie przy pomiarach napięć zmiennych. Nieznajomość tego faktu prowadzi często do popełniania karygodnych błędów przy pomiarach. W przypadku pomiarów napięć odkształconych wskazania miernika obarczone są bardzo dużym błędem, mówiąc dosadnie miernik w takich przypadkach pokazuje same głupoty.

Odminną grupę stanowią mierniki cyfrowe. Układ prostownika mierzy w nich wartość szczytową napięcia zmiennego. Tak samo jak poprzednio mierniki te są skalowane w wartościach skutecznych napięcia. Skalowanie to także dotyczy napięć sinusoidalnych.

Teoretycznie możliwe jest odczytanie wartości skutecznej napięć odkształconych o znanych parametrach czasowych. Wymaga to jednak skomplikowanych przeliczeń, i nie ma zastosowania w praktyce amatorskiej.

Niektórzy bardziej dociekliwi Czytelnicy zapytają się pewnie, czy nie ma mierników mierzących wartości skuteczne napięcia. Oczywiście są i takie mierniki. Można do nich zaliczyć mierniki z ustrojem elektromagnetycznym, oraz mierniki z przetwornikiem termoelektrycznym. Te drugie wykorzystują niejako wprost definicję wartości skutecznej napięcia zamieniając wartość napięcia na ciepło, które z kolei podlega przemianie przez termoparę na napięcie stałe. Obie grupy mierników stosowane są najczęściej w laboratoriach.

Dokończenie tekstu na str. 22

PRAKTYCZNY ELEKTRONIK

GRUDZIEŃ NR 5/92

SPIS TREŚCI

Pomiary napięć zmiennych – teoria i praktyka	2
Zegar cyfrowy z pozytywką	4
Korektor graficzny – wyświetlanie nastaw potencjometrów	8
Generator PAL – wyjaśnienia	12
Generator PAL – rozbudowa	13
Termometr cyfrowy z regulatorem temperatury	16
Stroboskop samochodowy	22
Wzmacniacz słuchawkowy w klasie A	24

W NASTĘPNYM NUMERZE:

Wzmacniacz słuchawkowy w klasie A – dokończenie
Cyfrowy miernik wzmocnienia prądowego tranzystorów
Tor fonii równoległej do OTVC
Alarm samochodowy – dokończenie

Płytki drukowane wysyłane są w terminie do dwóch tygodni za zaliczeniem pocztowym. Koszt wysyłki
15000 zł przy kwocie do 50000 zł; 18000 zł przy kwocie do 100000 zł; 24000 zł przy kwocie powyżej 100000 zł.

Wydawca ARTKELE – Zielona Góra

Ogłoszenia i Reklamy

Ogłoszenia można nadsyłać listownie na adres redakcji załączając dowód wpłaty należności za ogłoszenie na konto ELEKTRA – ZAKŁAD ELEKTRONICZNY ul. Olbrychta 10 Zielona Góra, BANK SPÓŁDZIELCZY Zielona Góra nr 997283-102847-136-61.

Ceny:

- 1 cm² ogłoszenia ramkowego 6000 zł (najmniejsze ogłoszenie 15 cm²)
 - ogłoszenia drobne do 40 słów 4000 zł za słowo
- Redakcja nie ponosi żadnej odpowiedzialności za treść ogłoszenia.

Adres:

Redakcja "Praktyczny Elektronik"

ul. Olbrychta 10

tel. 58-84, 43-12.

65-001 Zielona Góra,

Red. Naczelny inż. Dariusz Cichoński

Artykułów nie zamówionych nie zwracamy. Zastrzegamy sobie prawo do skracania i adiustacji nadesłanych materiałów i artykułów.

Opisy układów elektronicznych i urządzeń zamieszczone w "Praktycznym Elektroniku" mogą być wykorzystywane wyłącznie dla potrzeb własnych. Wykorzystanie ich do celów zarobkowych i innych wymaga zgody autora artykułu. Przedruk całości lub fragmentów "Praktycznego Elektronika" – możliwy jest po uzyskaniu zgody redakcji.

Zegar cyfrowy z pozytywką

W wielu listach nadchodzących do redakcji poruszany jest temat zegarów cyfrowych. Począwszy od nieśmiałych propozycji, poprzez prośby, a na żądaniach skończywszy Czytelnicy domagają się zamieszczenia opisu zegara. Wszystko wskazuje, że temat ten jest nieśmiertelny. Praktycznie wszystkie pisma z dziedziny elektroniki zamieściły schematy zegarów, dlatego też nasza redakcja stanęła przed niezwykle trudnym zadaniem zaprojektowania czegoś nowego i zarazem ciekawego. Czy nam się to udało osądźcie sami.

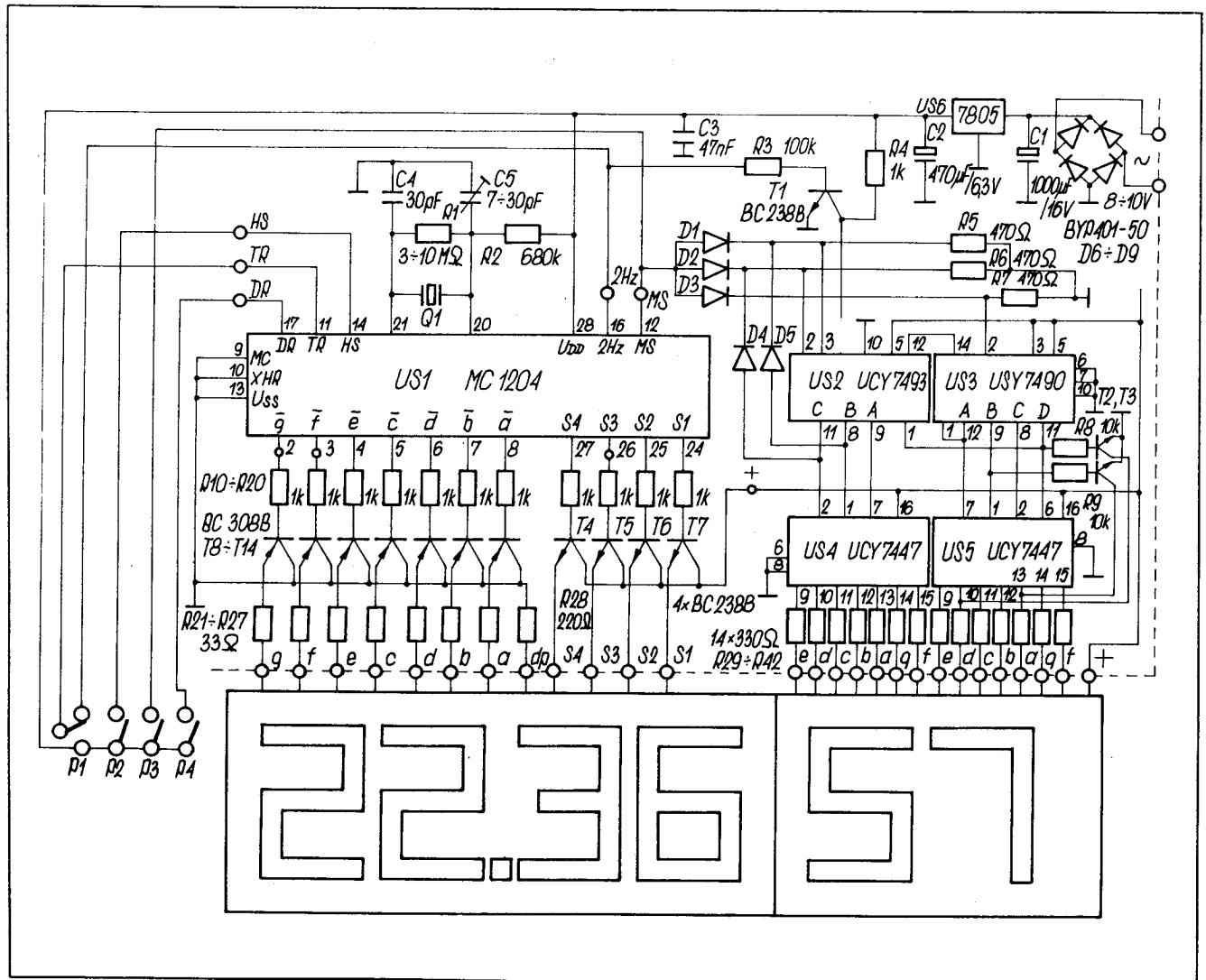
Zegar zbudowano na układzie scalonym produkcji CEMI MC1204.

Umożliwia on wyświetlanie godzin i minut, oraz dodatkowo daty. Wskazania czasu wyświetlane są w cyklu 24-godzinny. Dodatkowo opracowany przez redakcję układ wyświetla w sposób ciągły sekundy na dodat-

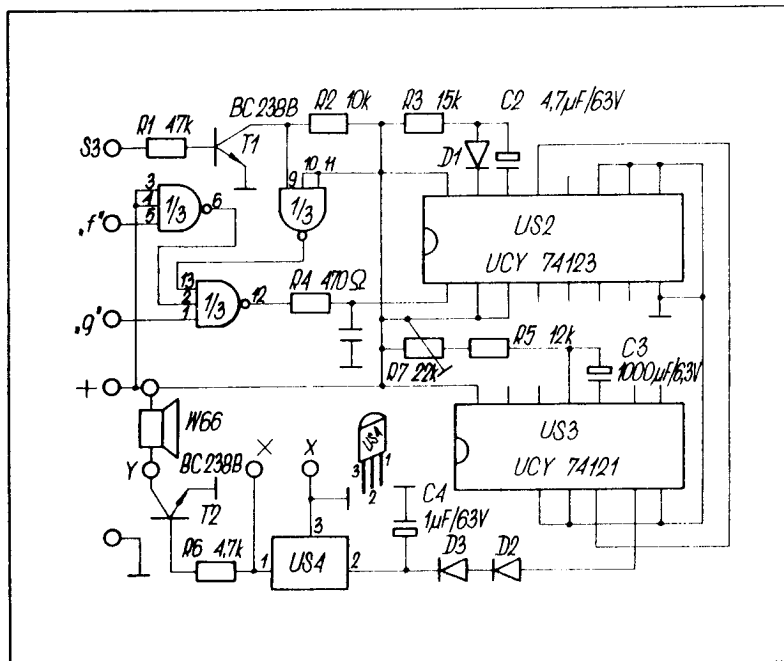
kowym polu odczytowym. Dla miłośników muzyki na oddzielnej płytce zaprojektowaliśmy układ wygrywający melodyjkę w momencie wyświetlenia pełnej godziny. Układ współpracuje z wyświetlaczami o wspólnej anodzie.

Opis układu

Podstawowy układ zegara zaczerpnięto z aplikacji fabrycznej. Zastosowano jednak odmienne sterowanie wyświetlaczem. Wzmacniacze segmentów T8÷T14 i wzmacniacze cyfr T4÷T7 pracują w układzie wtórników emiterowych. Takie rozwiązanie pozwoliło na zastosowanie wyświetlaczy ze wspólną anodą. Wartości rezystorów R21÷R27 decydują o jasności świecenia wskaźników. Wyjście oznaczone jako "dp" przeznaczone jest od podłączenia kropki pomiędzy cyframi godzin i minut.



Rys. 1 Schemat ideowy układu zegara



Rys. 2 Schemat ideowy układu pozytywki

Układ zliczania sekund został zbudowany z układów scalonych serii TTL. Wykorzystuje on przebieg zegarowy o częstotliwości 2 Hz, dostępny na jednym z wyjść układu US1. Transzystor T1 spełnia rolę stopnia sprzęgającego pomiędzy układem CMOS, a układami TTL. Z kolektora tranzystora T1 przebieg 2 Hz doprowadzono do dzielnika o stopniu podziału dwa. Wykorzystano w tym celu niezależny dzielnik binarny układu UCY 7493 (US2). Otrzymany na skutek podziału przebieg o częstotliwości 1 Hz doprowadzony jest do licznika jednostek sekund US3. Licznik ten pracuje w cyklu zliczania do dziesięciu. Z wyjścia tego licznika sygnał trafia z powrotem do układu UCY 7493 (US2), którego cykl zliczania ograniczono do sześciu. Sygnały doprowadzone do diod D4 i D5 kasują licznik w momencie osiągnięcia na jego wyjściach stanu 110, co odpowiada założonemu stopniowi podziału.

Układ zliczania sekund zerowany jest w momencie ustawiania minut przez podanie napięcia zasilania na anody diod D1÷D3, skąd napięcie to jest doprowadzone do wejść zerujących liczników US2 i US3. Rezystory R5÷R7 zapewniają poziom niski napięcia na tych wejściach w trakcie normalnej pracy.

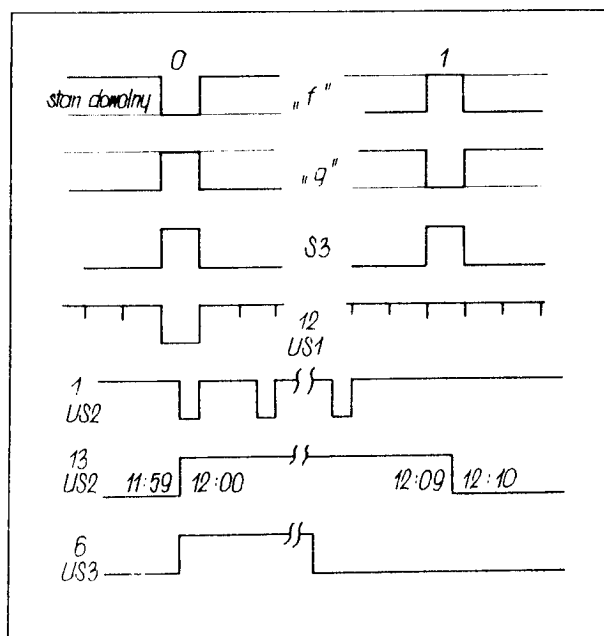
Wyjścia obu liczników sterują pracą dekoderek kodu BCD na kod wskaźników siedmiosegmentowych. Układ zegara MC 1204 wyświetla tzw. pełne cyfry 6 i 9 (z poziomą kreską na górze szóstki i dole dziewiątki). Natomiast układ scalony UCY 7447 nie zapewnia takiego wyświetlania tych cyfr. Dlatego też konieczne okazało się zastosowanie dwóch dodatkowych tranzystorów T2 i T3, które likwidują ten mankament. W miejsce układów 7447 można zastosować ich poprawioną wersję o numerze 74247 z identycznymi wyprowadzeniami.

Odpada wtedy stosowanie tranzystorów T2 i T3.

Rezystory R29÷R42 decydują o jasności świecenia cyfr sekundnika. Mimo zastosowania identycznych wyświetlaczy dla godzin, minut i sekund wartości tych rezystorów będą inne niż wartości rezystorów ustalających jasność świecenia cyfr minut i godzin. Spowodowane jest to tym, że godziny i minuty są wyświetlane multipleksowo, co wymaga większego prądu segmentów wskaźnika z uwagi na krótszy czas świecenia cyfry.

Całość układu zegara zasilana jest napięciem +5V dostarczonym przez stabilizator monolityczny US6.

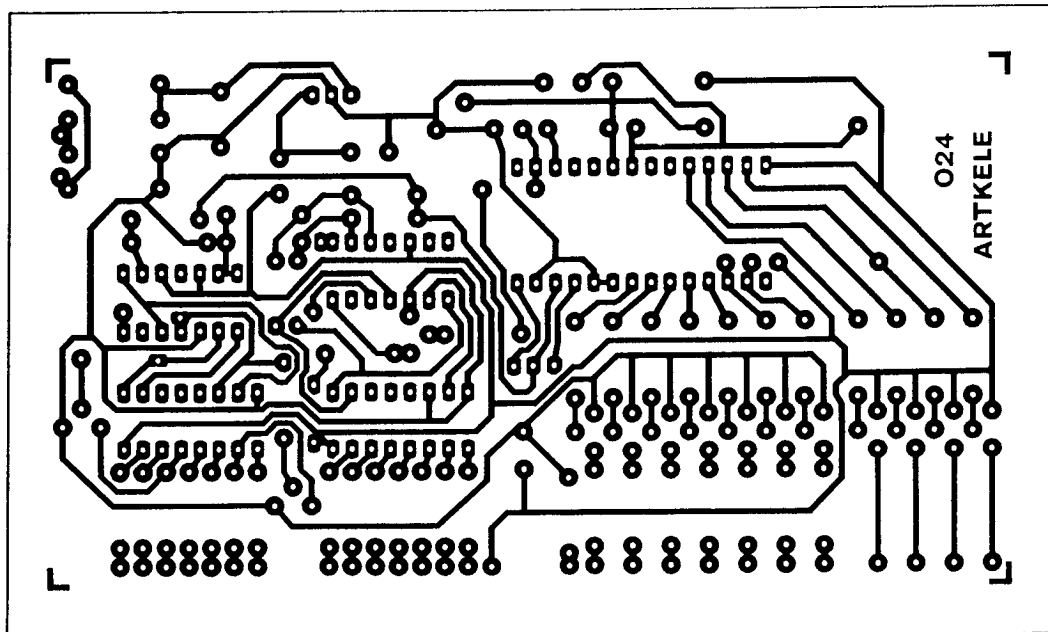
Schemat pozytywki przedstawiono na odrębnym rysunku. Zadanie tego układu polega na wygenerowaniu impulsu w momencie pojawienia się pełnej godziny. Wbrew pozorom nie jest to takie łatwe, z uwagi na multipleksowane wyświetlanie godzin i minut.



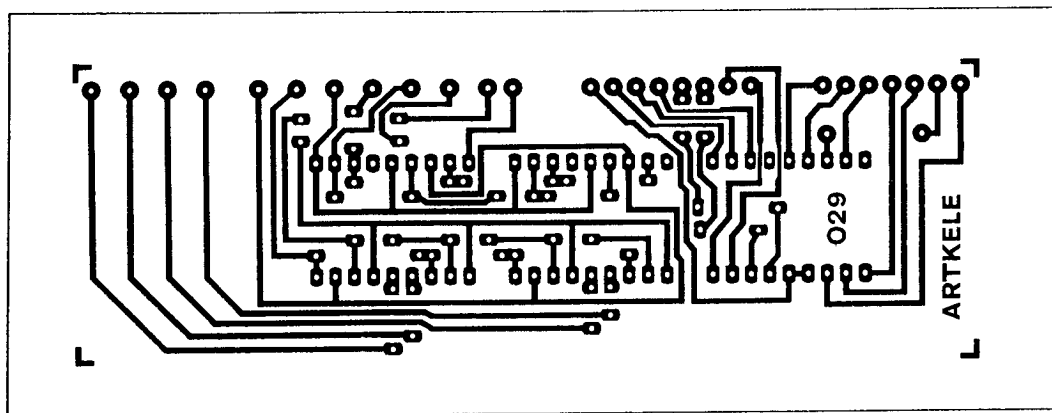
Rys. 3 Harmonogram czasowy pracy układu pozytywki

Do wykrycia tego stanu (pełnej godziny) wykorzystano wskazania cyfry dziesiątek minut. Zero na tej cyfrze pojawia się tylko raz w ciągu godziny i trwa przez dziesięć minut. Na cyfrze jednośmi minut zero natomiast pojawia się sześć razy na godzinę.

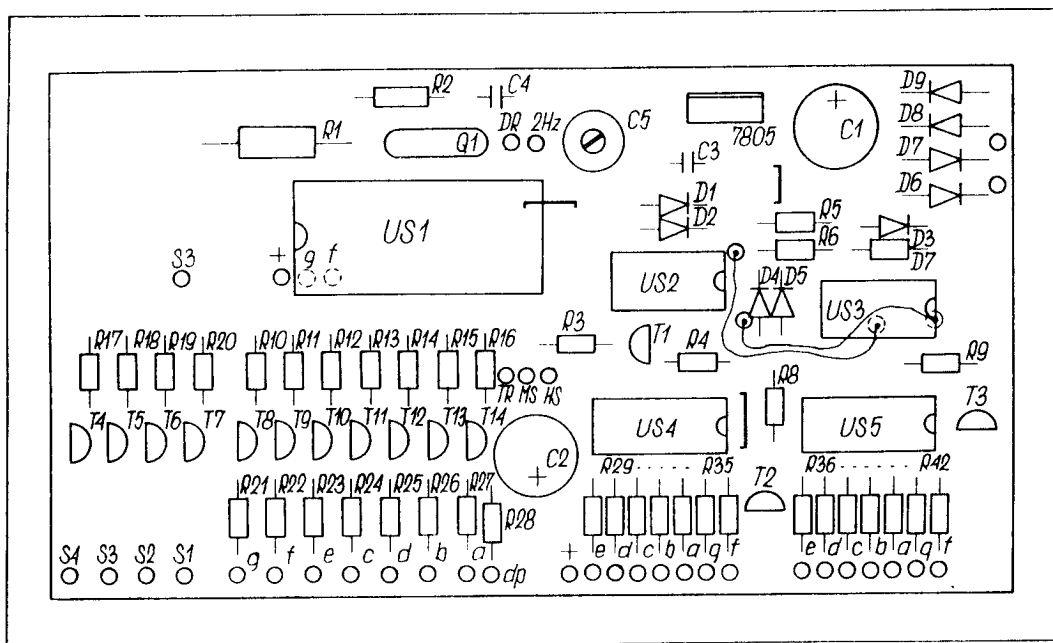
Dla zera wyświetlanego przez wskaźnik siedmio-segmentowy charakterystyczne jest świecenie się segmentu F, i wygaszenie segmentu G. Taka kombinacja sterowania segmentami wskaźnika nie powtarza się dla żadnej z pozostałych dziewięciu cyfr, choć dziesiątki minut są wyświetlane tylko do pięciu (11 : 58, 11 : 59, 12 : 00).



Rys. 4 Schemat płytki drukowanej zegara



Rys. 5 Schemat płytki drukowanej wyświetlacza



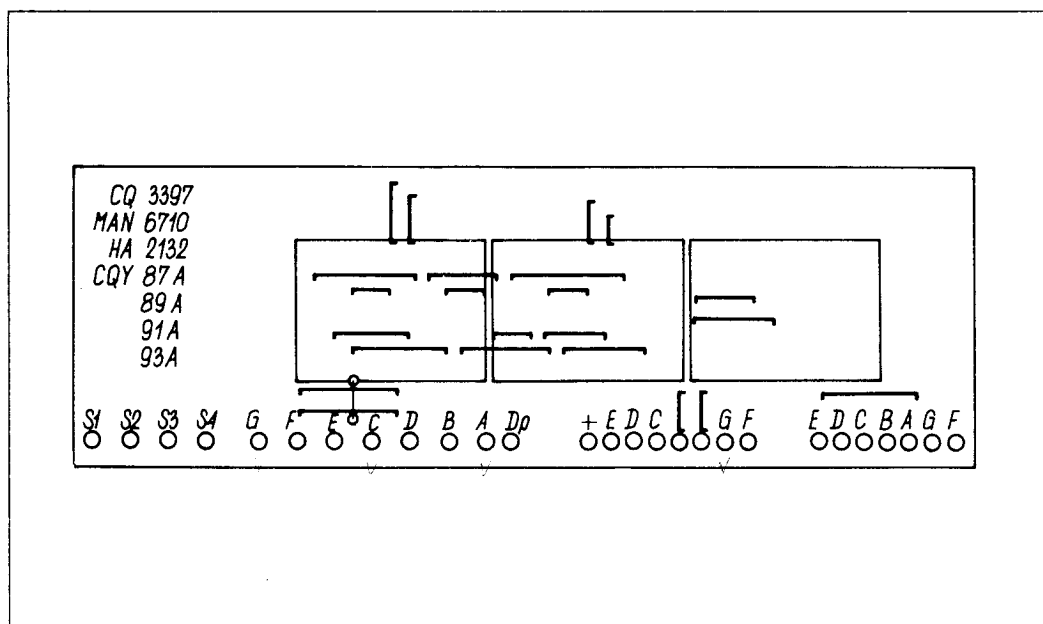
Rys. 6 Rozmieszczenie elementów zegara

Przebiegi z wyjść sterujących tymi segmentami doprowadzono do bramek zawartych w układzie US1 (UCY 7410), których nie wykorzystane wejścia połączono z plusem zasilania. Tranzystor T1 spełnia funkcję separatora i wraz z negatorem (1/3 US1) nie zmienia fazy sygnału sterowania cyfry trzeciej tzn. dziesiątek minut. Przebiegi występujące na nóżce 12 US1 dla wyświetlania zera i jedynki przedstawiono na rysunku harmonogramów czasowych. Dalej sygnał ten po przejściu przez filtr R4, C1 eliminujący niepożądane szpilki wyzwala monowibrator US2. Wyzwalanie multiwibratora następuje tylko w trakcie wyświetlania zera.

Monowibrator zbudowany na układzie 74123 posiada możliwość wydłużania generowanego impulsu, jeżeli w trakcie jego trwania do wejścia zostanie doprowadzony ponownie impuls wyzwalający.

Właściwość tą wykorzystano w tym układzie dobierając czas trwania impulsu wyjściowego monowibratora dłuższy niż okres przebiegu na jego wejściu. Dało to w efekcie niski stan na wyjściu monowibratora US2 dla cyfr 1÷5 i wysoki dla cyfry 0.

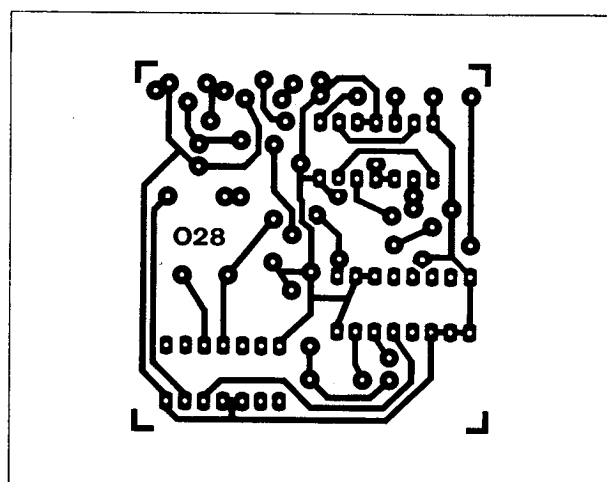
Stąd już w prosty sposób, za pomocą drugiego monowibratora US3 wyzwalanego zboczem dodatnim (pojawienie się



Rys. 7 Rozmieszczenie elementów wyświetlacza

zera na wyświetlaczu), otrzymano impuls wyjściowy włączający układ pozytywki. Można było co prawda wykorzystać drugi monowibrator zawarty w układzie US2, ale problem spowodowany zakłóceniami (fałszywym wyzwaniem się układu) zmusił nas do zrezygnowania z takiego rozwiązania.

Układ scalony US4 jest generatorem melodii. Do jego wyjścia (wyjście X z płytki drukowanej i masa) można bezpośrednio podłączyć przetwornik piezoelektryczny.



Rys. 8 Schemat płytki drukowanej pozytywki

Głośnik, lub przetwornik ze słuchawki telefonicznej podłączamy do wyjścia wzmacniacza zbudowanego na tranzystorze T2. Potencjometr R7 przeznaczony jest do regulacji czasu wygrywania melodii.

Montaż i uruchomienie

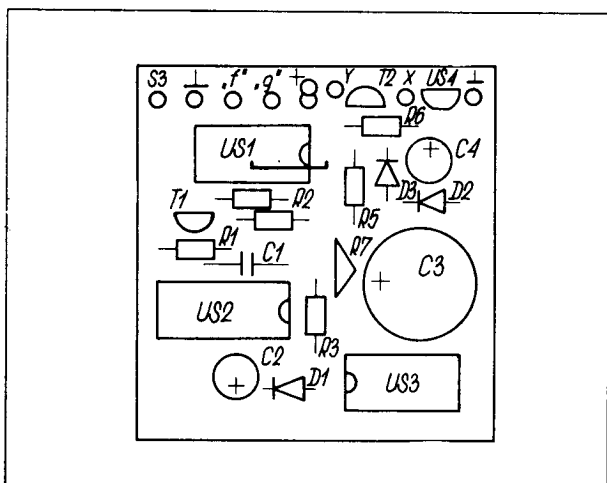
Układ zegara zmontowano na płytce drukowanej dostosowanej do połączenia z płytą wskaźników za pomocą odcinków drutu. Ułatwia to konstrukcję i eliminuje możliwość pomyłek. Na płytce konieczne jest wykonanie dwóch połączeń odcinkami przewodu izolowanego, co zaznaczono na rysunku montażowym. Zegar nie wymaga uruchamiania. Regulację dokładności wskazań przeprowadza się trymerem C5 mierząc częstotliwość 2 Hz, a dokładniej mówiąc okres 0,5 sek. na wyjściu US1 (nóżka 16). Można też przeprowadzić regulację w oparciu o wskazania dobowe porównując je z zegarem wzorcowym np. sygnał w radiu. Regulacja taka jest bardziej pracochłonna, ale za to o wiele dokładniejsza.

Układ pozytywki łączymy przewodami z płytą zegara, skąd bierzemy też napięcie zasilania +5V. Uwaga: wyjścia segmentów G i F z płytki zegara znajdują się pod układem scalonym MC 1204. Potencjometrem R7 można wyregulować czas trwania melodii.

Wykaz elementów

– układ zegara

US1	– MC 1204
US2	– UCY 7493
US3	– UCY 7490
US4, US5	– UCY 7447 (74274)
US6	– μ A 7805 (LM 7805)
C1	– 1000 μ F/16 V typ 04/U



Rys. 9 Rozmieszczenie elementów pozytywki

C2	- 470 μ F/6,3 V typ 04/U
C3	- 47 nF typ KFP
C4	- 30 pF typ KCP
C5	- KCD 7 7/30 pF/160 V
R1	- 3÷10 M Ω /0,125 W
R2	- 680 k Ω /0,125 W
R3	- 100 k Ω /0,125 W
R4, R10÷R20	- 1 k Ω /0,125 W
R5÷R7	- 470 Ω /0,125 W
R8, R9	- 10 k Ω /0,125 W
R21÷R27	- 33 Ω /0,125 W
R28	- 220 Ω /0,125 W
R29÷R42	- 330 Ω /0,125 W
T1÷T7	- BC 238B lub dowolny npn $h_{21} \geq 200$
T8÷T14	- BC 308B lub dowolny pnp $h_{21} \geq 150$
D1÷D5	- BAVP 17÷21 (1N4148)
D6÷D9	- BYP 401-50÷1000 (1N4001÷7)
Q1	- rezonator kwarcowy 2 ¹⁵ Hz
wyświetlacz LED	- CQ 3397, MAN 6710, HA 2132, CQY 87A, - CQY 89A, CQY 91A, CQY 93A

plytka drukowana numer 024

plytka drukowana numer 029

Wykaz elementów - układ pozytywny

US1	- UCY 7410
US2	- UCY 74123
US3	- UCY 74121

US4	- UM 66T/19, UM66T/34, UM66T/68
T1, T2	- BC 238B lub dowolny npn $h_{21} \geq 200$
D1÷D3	- BAVP 17÷21 (1N4148)
R1	- 47 k Ω /0,125 W
R2	- 10 k Ω /0,125 W
R3	- 15 k Ω /0,125 W
R4	- 470 Ω /0,125 W
R5	- 12 k Ω /0,125 W
R6	- 4,7 k Ω /0,125 W
R7	- 22 k Ω TVP 1232 "stojący"
C1	- 220 nF/100 V typ MKSE-018-02
C2	- 4,7 μ F/63 V typ 04/U
C3	- 1000 μ F/6,3 V typ 04/U
C4	- 1 μ F/63 V typ 04/U
głośnik	miniaturowy 22÷40 Ω lub telefoniczna wkładka słuchawkowa W66, lub przetwornik piezoelektryczny (beeper)
plytka drukowana numer 028	

Płytki drukowane wysyłane są za zaliczeniem pocztowym.

Ceny: płytki numer 024 - 13300 zł,
płytki numer 029 - 7200 zł,
płytki numer 028 - 3800 zł + koszty wysyłki.

I. K. ◇

Korektor graficzny – wyświetlanie nastaw potencjometrów

Kontynuując cykl artykułów poświęconych korektorowi graficznemu prezentujemy układ wyświetlania nastaw potencjometrów. Bez tego układu korektor działa prawidłowo, lecz regulacja jest utrudniona i opiera się tylko na wrażeniach słuchowych, co w niektórych przypadkach jest niewystarczające. Dodatkowo układ ten jest wykorzystywany przy współpracy z blokiem pamięci charakterystyk, nie jest on jednak niezbędny do współpracy korektora ze zdalnym sterowaniem.

Układ wyświetlania nastaw potencjometrów zaprojektowano mając na uwadze możliwość współpracy z polem odczytowym analizatora widma (PE 4/92), oraz z układem pamięci charakterystyk. Przy projektowaniu tego bloku korektora autorowi zależało także na zastosowaniu łatwo dostępnych i tanich elementów. Stąd niektóre rozwiązania są trochę rozbudowane, ale za to tańsze w realizacji praktycznej. Nie wpływa to oczywiście na pracę tego bloku.

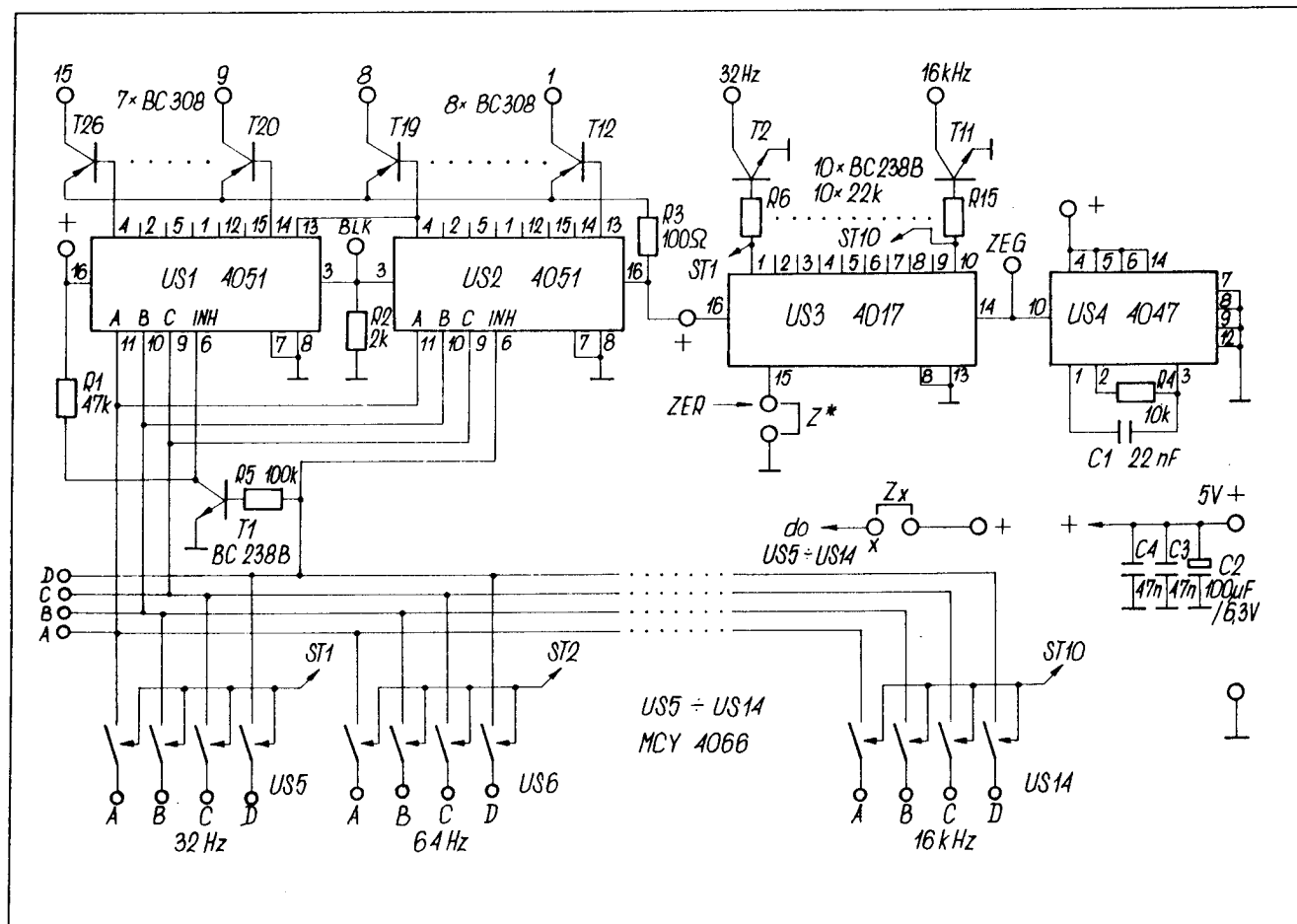
Opis układu

Duże pole odczytowe, składające się ze stu pięćdziesięciu diod świecących, (dziesięć kolumn po piętnaście diod) wymaga sterowania multipleksowego. Zasada ta-

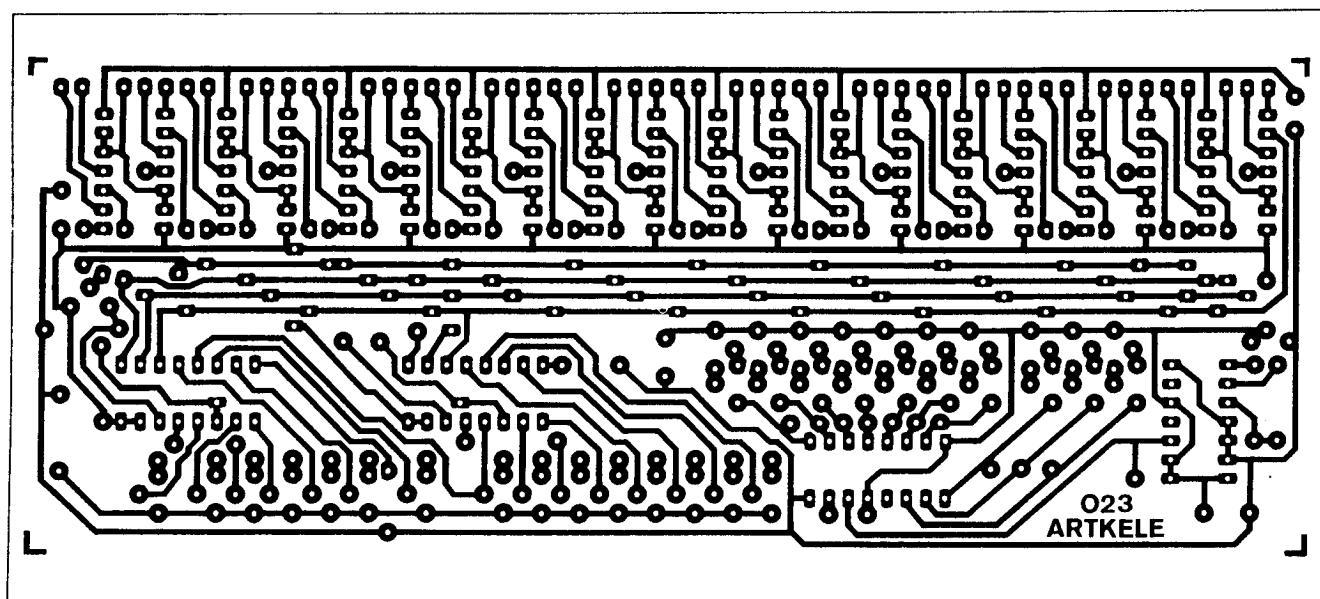
kiego sterowania była dokładnie opisana w artykule pt. "Analizator widma sygnału akustycznego". Sterowanie kolumnami jest analogiczne jak w analizatorze, z tą tylko różnicą, że tranzystory końcowe T2÷T11 są mniejszej mocy. Uproszczenie to było możliwe do zastosowania, gdyż informacja wyświetlana jest jako pojedynczy punkt w każdej z kolumn. Położenie świecącego punktu odzwierciedla ustawienie suwaka potencjometru.

Generator zrealizowany na układzie scalonym US4 wytwarza przebieg prostokątny służący do sterowania "przemiataniem" kolumn. Dodatkowego wyjaśnienia wymaga praca licznika Johnsona US3. Sterowanie tranzystorów T2÷T11 nie odbywa się po kolei, tzn. począwszy od T2, a skończywszy na T11. Nie ma to jednak żadnego wpływu na wskazania na polu odczytowym. Rozwiązanie takie pozwoliło uprościć prowadzenie ścieżek na płytce drukowanej.

Wyjście generatora oznaczone symbolem ZEG, a także wejście zerujące ZER licznika US3 wykorzystywane są przy pracy z układem pamięci charakterystyk. Służą one w tym przypadku do synchronizacji przebiegów. W opisywanym obecnie układzie wejście zerujące ZER powinno być połączone z masą za pomocą zwory Z*.



Rys. 1 Schemat ideowy układu wyświetlania nastaw



Rys. 2 Schemat płytki drukowanej

Za sterowanie wierszy pola odczytowego odpowiedzialny jest demultiplekser szesnasto-kanałowy, zbudowany na układach US1 i US2. Tranzystory T12÷T26 sterowane z wyjść demultipleksa pełnią rolę wzmacniaczy prądowych. Jasność świecenia diod wskaźnika regulowana jest wartością, wspólnego dla wszystkich tranzystorów rezystora R3.

W zależności od stanów logicznych na wejściach A, B, C, INH demultipleksa baza jednego z tranzystorów T12÷T26 zostaje połączona przez rezystor R2 z masą, co powoduje wysterowanie tranzystora i w konsekwencji zapalenie diody w wierszu aktualnie wybranej przez układ US3 kolumny.

Wejście BLK umożliwia zablokowanie wyświetlania wskazań. Jest ono wykorzystywane przy współpracy układu z polem odczytowym sterowanym równocześnie przez analizator widma. Dołączenie napięcia zasilania do wejścia BLK wyłącza wyświetlanie informacji o nastawach potencjometrów, choć reszta układu pracuje normalnie.

Tranzystor T1 pełni funkcję inwertera sygnału D. Sygnał ten steruje wyborem aktywnego demultipleksera, (wejście INH US1 i US2).

Informacje o nastawach poszczególnych potencjometrów pobierane są z liczników na płytkach potencjometrów (PE 3/92). W układzie wyświetlania nastaw zostają one doprowadzone do wejść kluczy analogowych US5÷US14. Sygnałom A, B, C, D są tu przyporządkowane cztery klucze zawarte w jednym układzie scalonym. Wejścia sterujące czterech kluczy są połączone razem. Każdemu z potencjometrów odpowiada indywidualna czwórka kluczy. Wyjścia kluczy do których doprowadzone są identyczne sygnały np. A z dziesięciu potencjometrów połączone są razem. Stworzono w ten sposób cztery dziesięcio-kanalowe multipleksery.

Zapewniają one dostęp do informacji pochodzącej z dowolnego potencjometru. Wejścia sterujące oznaczono na schemacie ideowym jako ST1÷ST10, są one uaktywniane przebiegami z wyjść licznika US3.

Jeżeli na wyjściu 1 (nóżka 1 US3) pojawi się stan wysoki spowoduje on włączenie tranzystora T2, a zatem kolumny diod świecących oznaczonej jako 32 Hz (na pozostałych wyjściach US3 jest wtedy stan niski). Równocześnie zostają włączone klucze w układzie US5, doprowadzając w ten sposób sygnały A, B, C, D z płytki potencjometru 32 Hz do wejść adresowych układów US1 i US2. W zależności od wartości logicznej tych sygnałów zostaje włączony jeden z tranzystorów

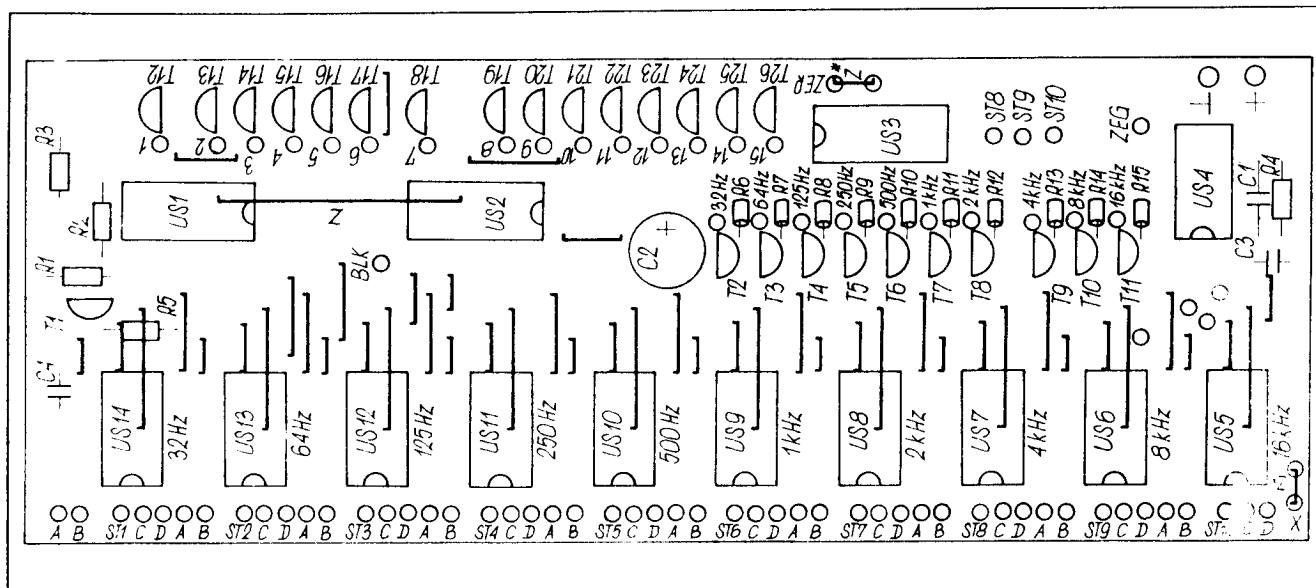
T12÷T26 powodując zapalenie się odpowiedniej diody w kolumnie 32 Hz. Sytuacja powtarza się cyklicznie dla wszystkich potencjometrów.

Realizacja multiplekserów w oparciu o klucze analogowe jest rozbudowana, jak zaznaczono to wcześniej, ale jednocześnie tania w realizacji. Wyjścia sygnałów A, B, C, D z płytki wykorzystywane są przy współpracy z blokiem pamięci charakterystyk. Całość układu zasilana jest napięciem stabilizowanym +5 V.

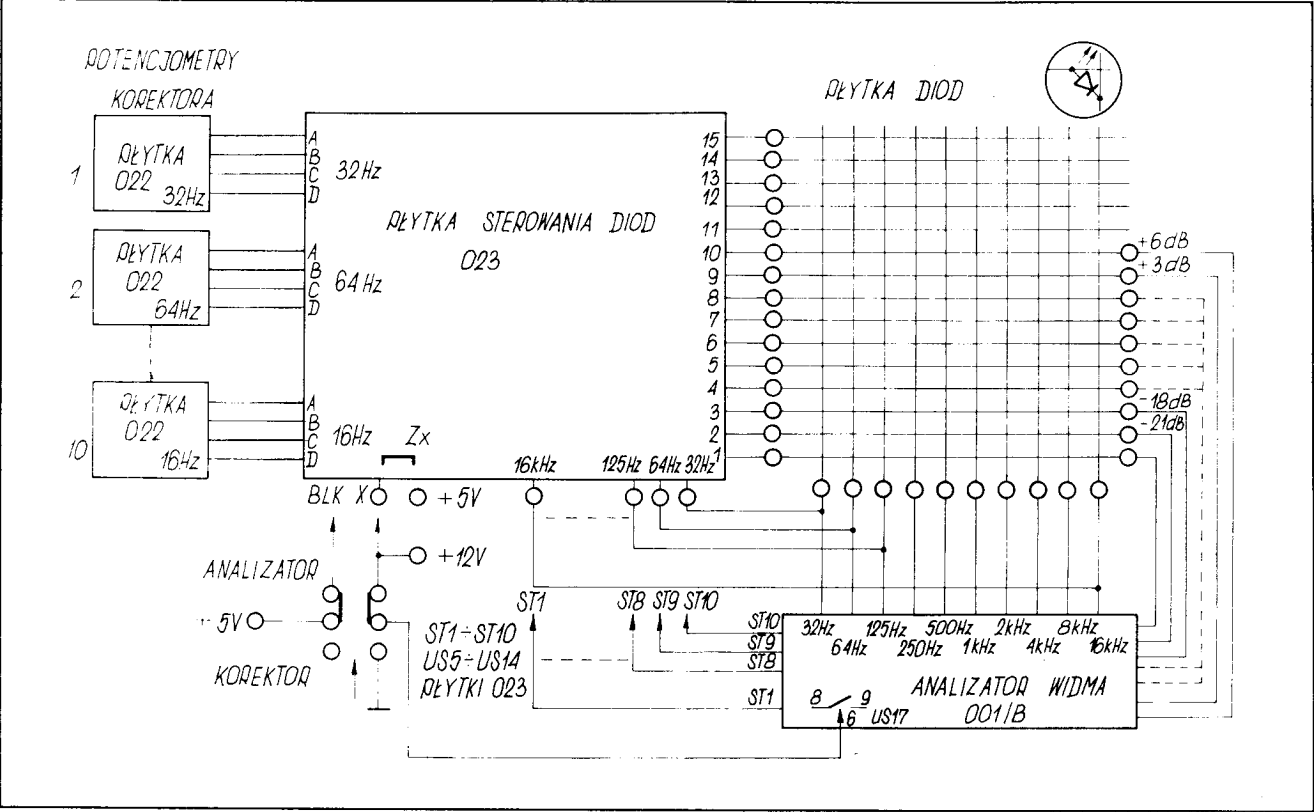
Montaż i uruchomienie

Montaż układu rozpoczynamy od wlutowania zwor wykonanych z przewodu odizolowanego. Do tego celu można wykorzystać obcięte końcówki rezystorów lub kondensatorów (najlepsze są końcówki kondensatorów ceramicznych, są one sztywne i doskonale się lutują). Zworę oznaczoną na rysunku montażowym symbolem "Z" prowadzimy przewodem izolowanym, aby uniknąć zwarcia pomiędzy nóżkami układów scalonych US2 i US3. Rezystory R6÷R15 montujemy pionowo. Po zamontowaniu pozostałych elementów należy wykonać połączenia przewodem izolowanym wejść sterujących kluczy ST1÷ST10 z wyjściami licznika US3. Z powodu braku miejsca na płytce drukowanej opisano tylko wyjścia ST9÷ST10 układu US3. Pozostałe wyjścia można odnaleźć posługując się schematem ideowym, są one umieszczone blisko licznika.

W następnej kolejności dołączamy układ do matrycy diod świecących. Jej konstrukcja jest analogiczna do opisanej w artykule pt. "Analizator widma sygnału akustycznego" PE 3/92. Najniższy wiersz matrycy połączony jest z wyjściem oznaczonym cyfrą 1, a najwyższy z wyjściem 15. Wyjścia kolumn oznaczone są liczbami odpowiadającymi częstotliwościom środkowym filtrów w korektorze.



Rys. 3 Rozmieszczenie elementów



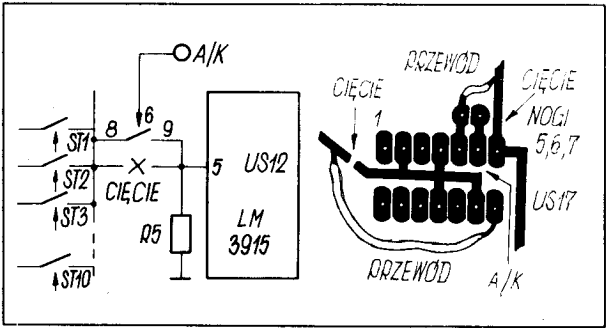
Rys. 4 Schemat blokowy korektora

Sprawdzenie poprawności działania układu można przeprowadzić zwierając ze sobą wszystkie wejścia A kluczy analogowych. Podobnie postępujemy dla wejść B, C, D. Wejścia te podłączamy do czterech niezależnych przełączników typu Isostat. Do przełączników tych doprowadzamy też masę układu i zasilanie w taki sposób, aby można było ustawić stan niski lub wysoki na dowolnych wejściach A, B, C, D. Po włączeniu zasilania powinny zapalić się wszystkie diody w jednym wierszu (wejścia A, B, C, D wszystkich kluczy mają taki sam stan). Zmieniając ustawienie przełączników przeprowadzamy sprawdzenie świecenia wszystkich wierszy po kolei. Stanom logicznym wejść D=0, C=0, B=0, A=0 odpowiada świecenie najniższego wiersza, a stanom D=1, C=1, B=1, A=1 świecenie najwyższego. Wiersz środkowy powinien się świecić dla dwóch stanów: D=0, C=1, B=1, A=1 i D=1, C=0, B=0, A=0.

Sprawdzony w ten sposób układ można połączyć z płytkami potencjometrów w korektorze. Do połączeń najwygodniej użyć taśmy klejonej cztero-żyłowej. Należy pamiętać o tym, aby nie pomylić sygnałów A, B, C, D między sobą.

W przypadku wykorzystania wspólnego pola odczytowego dla układu wyświetlania nastaw i analizatora widma niezbędne są elementy: US3, US4, T2÷T11, R6÷R15, R4, C1 na płytce nr 023. Nie należy także montować zwoy Z_x, a do punktu X doprowadzić napięcie +12V z analizatorem widma (zasilanie

kluczy). Sygnały sterujące ST1÷ST10 doprowadzamy wówczas z płytki analizatora widma, lutując odpowiednie przewody bezpośrednio do nóżek układu scalonego US14 na płytce analizatora. Sterowanie kolumnami diod na polu odczytowym doprowadzone jest z płytki analizatora widma. Konieczne przeróbki na płytce analizatora przedstawiono na rysunku nr. 5.



Rys. 5 Przeróbki analizatora widma

Aby ułatwić montaż zamieszczono schemat blokowy połączeń między poszczególnymi płytkami.

W wersji stereofonicznej urządzenia montujemy generator US4 tylko w jednym kanale, doprowadzając sygnał zegarowy przewodem do drugiego kanału. Jest to konieczne dla synchronicznej pracy multiplexerów podczas współpracy z układem pamięci charakterystyk.

Wykaz elementów

US1, US2	- MCY 74051 (CD 4051)
US3	- MCY 74017 (CD 4017)
US4	- MCY 74047 (CD 4047)
US5÷US14	- MCY 74066 (CD 4066)
T1÷T11	- BC 238B lub dowolny npn $h_{21} \geq 200$
T12÷T26	- BC 308 lub dowolny pnp
R1	- 47 k Ω /0,125 W
R2	- 2 k Ω /0,125 W
R3	- 100 Ω /0,250 W
R4	- 10 k Ω /0,125 W
R5	- 100 k Ω /0,125 W

R6÷R15	- 22 k Ω /0,125 W
C1	- 22 nF/250 V typ MKSE-018-02
C2	- 100 μ F/6,3 V typ 04/U
C3, C4	- 47 nF typ KFP
płytką drukowaną numer 023	

Płytką drukowaną wysyłana jest za zaliczeniem pocztowym.
Cena 16300 zł + koszty wysyłki.

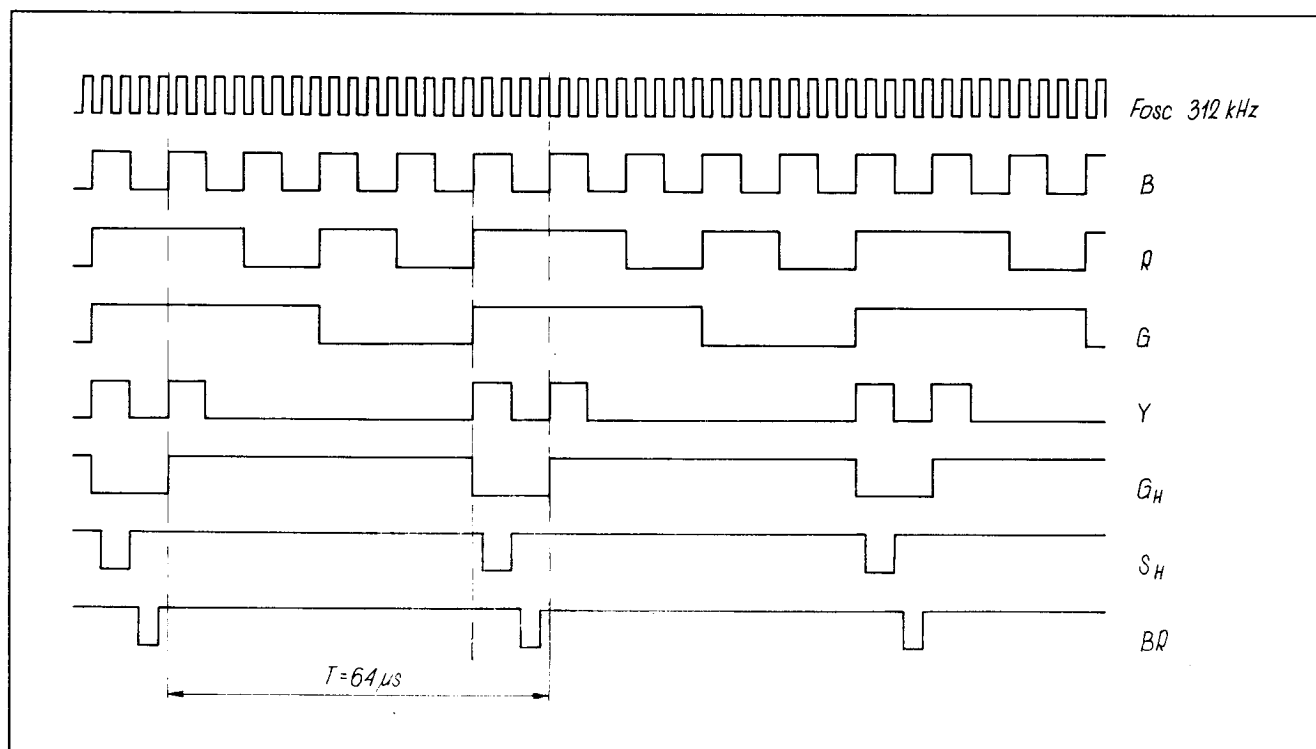
D. C. ◇

Generator PAL - wyjaśnienia

W części pierwszej artykułu pt. "Telewizyjny generator pasów kolorowych systemu PAL", przedstawiono harmonogramy czasowe podstawowych sygnałów. Redakcja otrzymała kilkadziesiąt listów, w których Czytelnicy piszą, że przebiegi oglądane na ekranie oscyloskopu nie pokrywają się z rysunkiem. W stwierdzeniach tych jest sporo prawdy, chociaż przebiegi narysowane są prawidłowo. Problem polega na tym, że na rysunku uwzględniono tylko jedną linię obrazu, co może wprowadzać w błąd. Dlatego też przedstawiamy jeszcze raz harmonogramy czasowe podstawowych sygnałów, obejmujące

mużące dwie i pół linii obrazu. Mamy nadzieję, że ułatwi to uruchomienie układu.

Ponadto na płytce drukowanej części cyfrowej generatora brak jest połączenia pomiędzy nóżkami 7 i 8 układu US1. Połączenie to najwygodniej wykonać przewodem odizolowanym od strony elementów. Od strony druku należy odłączyć nóżkę 9 układu US8 od ścieżki biegnącej obok (ścieżka ta łączy ze sobą nóżkę 4 US7 i nóżkę 3 US3). Za powstałe błędy serdecznie przepraszamy.



Rys. 1 Harmonogramy czasowe pracy układu

D. C. ◇

Generator PAL – rozbudowa

Zgodnie z wcześniejszymi zapowiedziami przedstawiamy sposób rozbudowy generatora pasów kolorowych systemu PAL, opisanego w Praktycznym Elektroniku nr 1 i 2. Rozbudowa polega na dołączeniu do tego generatora dodatkowej płytki, pozwalającej na uzyskanie poza pasami kolorowymi również sygnałów jednobarwnych koloru tła oraz sygnałów czarno-białych w postaci kraty i szachownicy. W poniższym tekście występują odwołania do rysunków i oznaczeń z opisu budowy generatora.

Opisywany moduł jest układem cyfrowym, który korzysta z sygnałów wytworzonych w bloku cyfrowym generatora pasów kolorowych i przetwarza je tak, aby uzyskać dodatkowe sygnały testowe. Na wyjściu modułu otrzymuje się sygnały R, G, B i Y, które są doprowadzane do bloku analogowego generatora. Moduł ten pozwala na uzyskanie następujących testów:

- tło czerwone,
- tło zielone,
- tło niebieskie,

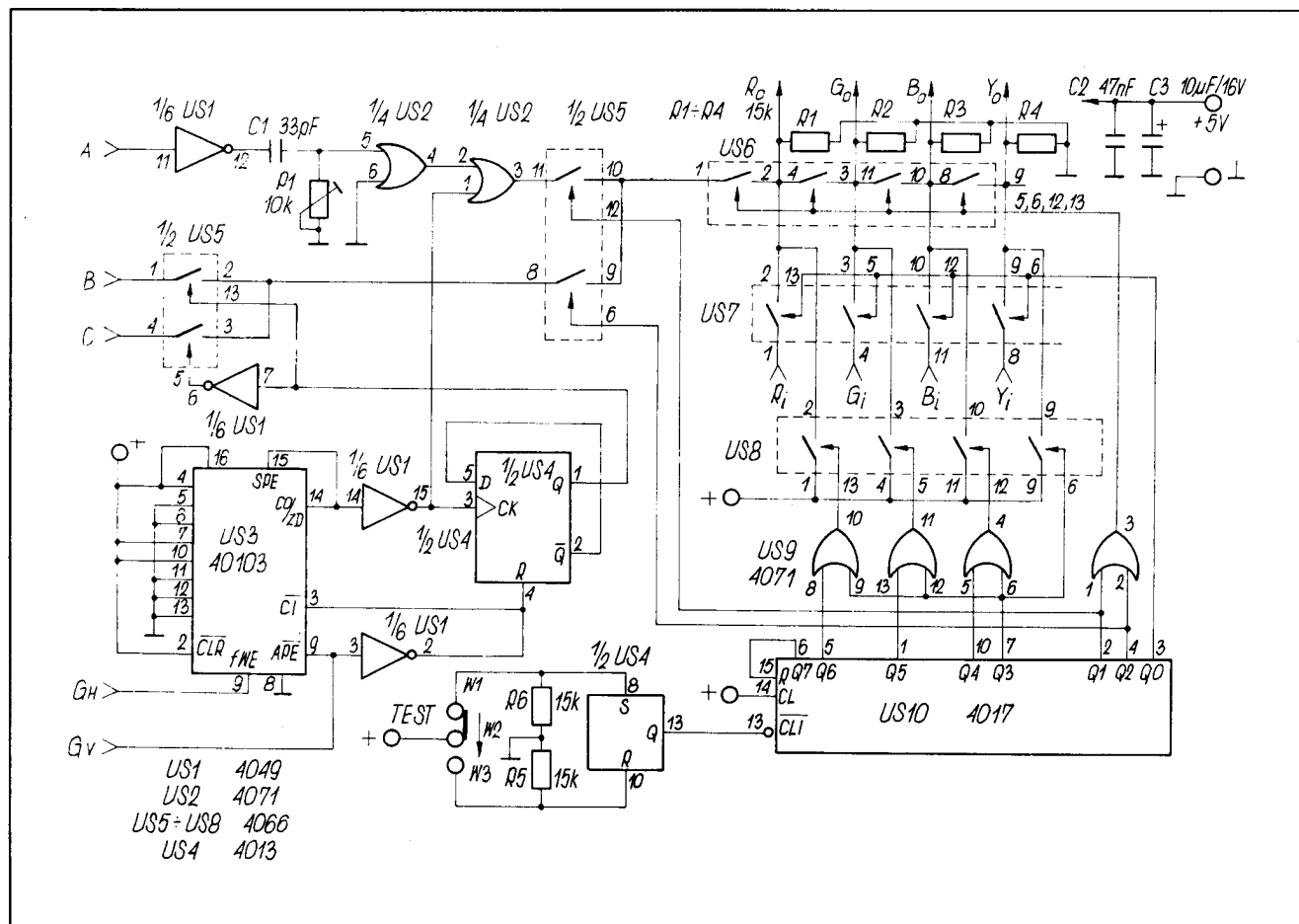
- tło białe,
 - czarno-biała szachownica,
 - biała krata na czarnym tle,
- oraz oczywiście kolorowe pasy, z wersji podstawowej generatora.

Kolejne sygnały testowe są wybierane cyklicznie przy pomocy dołączonego przycisku. Całkowity koszt rozbudowy generatora nie powinien przekroczyć 70 tys. zł.

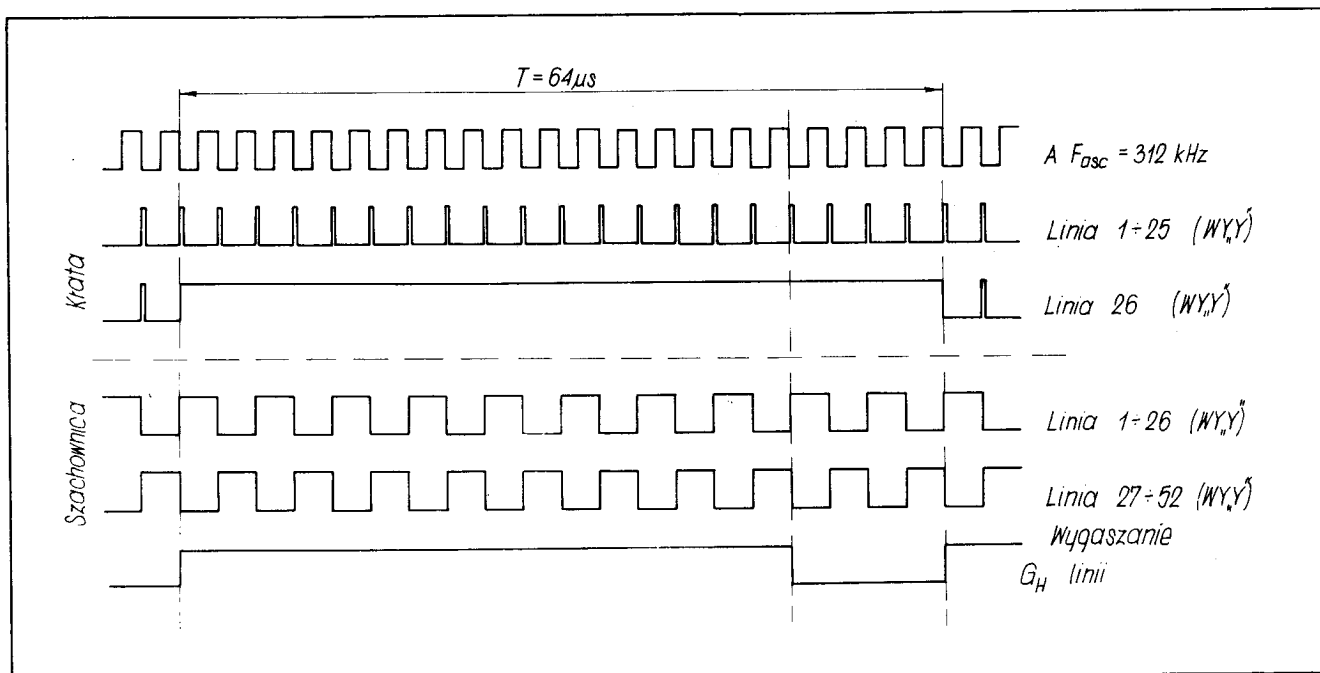
Opis układu

Moduł rozbudowy generatora, którego schemat ideowy przedstawiono na rys. 1, składa się z układu kluczy analogowo-cyfrowych, przełączanych przez układ sterujący. Wszystkie układy scalone pochodzą z rodziny układów cyfrowych CMOS.

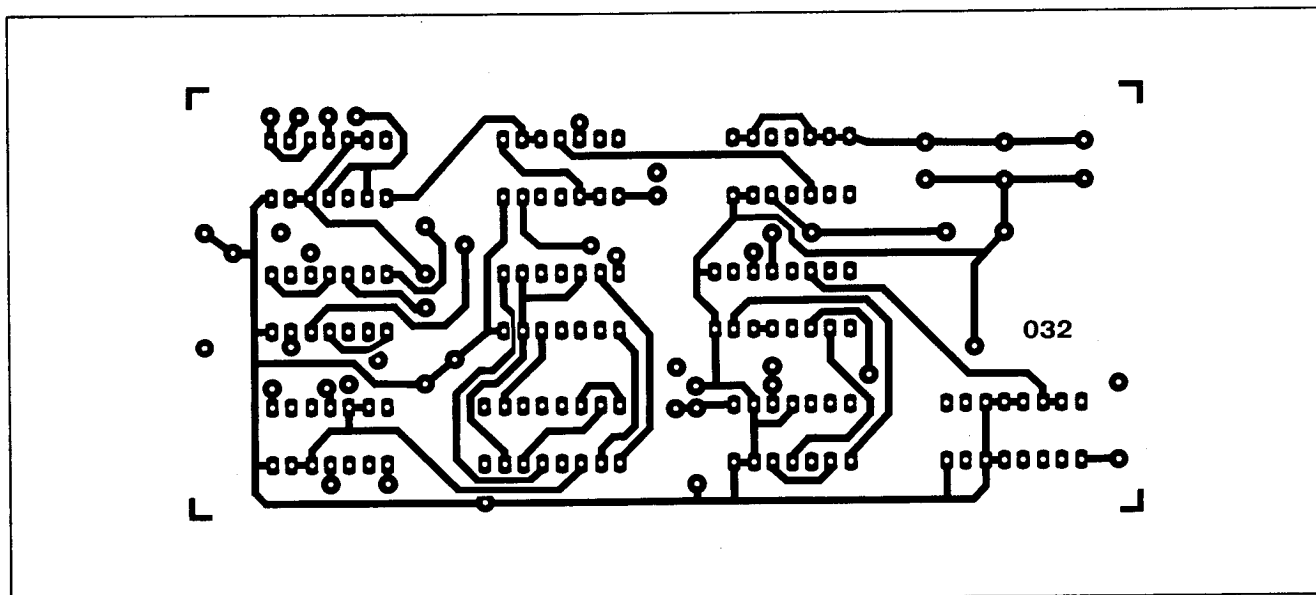
Dodatkowe sygnały czarno-białe kraty i szachownicy wytwarzane są z przebiegu $F_{osc} = 312 \text{ kHz}$ (punkt A na schemacie generatora), przebiegów w punktach B i C generatora oraz sygnałów wygaszania G_H i G_V . Sposób tworzenia poszczególnych sygnałów objaśniony jest przy pomocy harmonogramów czasowych na rys.2.



Rys. 1 Schemat ideowy



Rys. 2 Harmonogramy czasowe



Rys. 3 Schemat płytki drukowanej strona druku

Po zróżniczkowaniu przebiegu zegarowego 312 kHz (bramka U2.1 oraz elementy R1, C1), uzyskuje się przebieg potrzebny do kreślenia pionowych linii kraty. Grubość tych linii reguluje się przez zmianę stałej czasowej RC. W ten sposób otrzymujemy 17 linii pionowych. Linie poziome kraty otrzymujemy "zapalając" co 26 linię obrazu. Umożliwia to układ U3 (licznik 40102 lub 40103 z równoległym wpisem informacji), który zlicza impulsy wygaszania poziomego G_H . Po naliczeniu 25 impulsów, licznik powoduje zablokowanie bramki U2.2, nie przepuszczając impulsów linii pionowych kraty, co daje efekt wykreślenia linii ciągłej. Nadejście kolejnego impulsu wygaszania, ładuje do licznika ponownie wartość 25, odblokowuje bramkę U2.2 i cykl odliczania powtarza się. Po 12 takich cyklach (312 linii obrazu),

cały ekran wypełniony jest kratą i pojawia się impuls wygaszania pionowego G_V , który blokuje dalsze zliczanie. Zakończenie wygaszania pionowego powoduje załadowanie licznika ponownie wartością 25 (przez wejście APE nóżka 9 licznika) i wznowienie zliczania.

Ten sam układ licznika, uzupełniony przerzutnikiem typu D (połowa układu U4), umożliwia otrzymanie sygnału szachownicy. Po naliczeniu 26 impulsów wygaszania, licznik powoduje przełączenie przerzutnika U4.1 w stan przeciwny, co zamyka jeden z kluczy U5.1 i U5.2, a otwiera drugi. W ten sposób co 26 linii obrazowych przebieg zmienia fazę na przeciwną, dając na ekranie obraz szachownicy.

Wybieranie rodzaju testu odbywa się przyciskiem TEST, który za pośrednictwem przerzutnika RS, zbud-

wanego z układu U4.2 (druga połowa układu 4013), podaje kolejne impulsy na wejście zegarowe licznika U10. Jest to licznik do 7, zbudowany w oparciu o 5-bitowy licznik Johnsona z dekodern 1 z 10 (układ CMOS 4017).

Kolejne przyciśnięcia przełącznika TEST powodują pojawianie się stanu logicznego "1" na kolejnych wyjściach licznika (zawsze tylko na jednym). Bramki z układu U9 (4071) sterują pracą kluczy w zależności od stanu wyjść licznika. Jako pierwszy (po wyzerowaniu licznika) wybierany jest test kolorowych pasów pionowych. Jedynka logiczna na wyjściu Q0 licznika powoduje załączenie wszystkich kluczy układu U7, które doprowadzają sygnały R, G, B i Y z generatora do odpowiednich wyjść modułu. Wszystkie pozostałe klucze są wówczas otwarte i moduł staje się "przeźroczysty". Po naciśnięciu przycisku TEST zostaje zmieniony stan licznika i "1" pojawia się na wyjściu Q1. Powoduje to otwarcie kluczy układu U7 i zamknięcie kluczy układu U6. Wówczas zostają odłączone sygnały pasów z generatora, a na wyjścia modułu podawany jest sygnał kraty (dodatkowo załączony jest klucz U5.4). Ten sam sygnał na wszystkich wyjściach daje obraz białej kraty na czarnym tle. Kolejne przyciśnięcie TEST'u nie zmienia ustawienia kluczy U6 i U7, a powoduje tylko przełączenie kluczy U5.3 i U5.4. Wynikiem tego jest załączenie testu szachownicy. Kolejny stan licznika ("jedynka" na wyjściu Q3) powoduje rozłączenie kluczy układu U6 i załączenie wszystkich kluczy układu U3. Powoduje to podanie stałego poziomu logicznego "1" na wszystkie wyjścia modułu, a więc obraz białego tła na ekranie telewizora. Następne trzy stany licznika powodują podanie "1" na kolejne wyjścia: B, G i R, wywołując efekt jednobarwnego tła w odpowiednim kolorze, kolejno: niebieskim, zielonym i czerwonym. Rezystory R2÷R5 ustawiają poziom "zera" logicznego na odpo-

wiednich wyjściach w przypadku, gdy wszystkie klucze danego wyjścia są otwarte.

Moduł zasilany jest napięciem +5V, pobieranym z układu generatora.

Montaż i uruchomienie

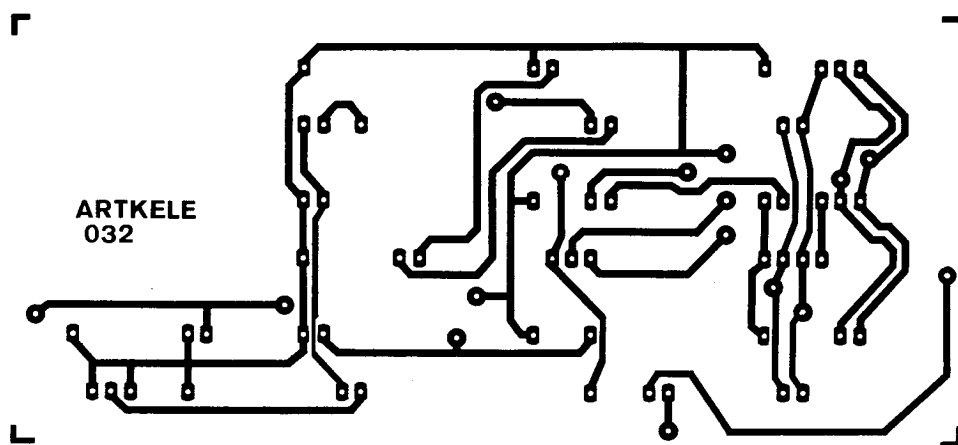
Układ zmontowano na dwustronnej płytce drukowanej. Wygląd płytki przedstawiono na rys. 3 i 4, a rozmieszczenie elementów na rys. 5. Zasady montażu są takie same, jak opisane w części I artykułu. Podłączenie modułu rozbudowy polega na przerwaniu połączeń sygnałów R, G, B i Y pomiędzy płytką cyfrową i analogową starej wersji. Sygnały te z płytki cyfrowej doprowadza się do modułu rozbudowy, a z jego wyjść dalej do bloku analogowego. Dodatkowo do modułu należy doprowadzić z bloku cyfrowego sygnały A (nóżka 12 US6), B (nóżka 10 US1), C (nóżka 11 US1), oraz G_H (nóżka 4 US9), G_V (nóżka 4 US8), a także masę i zasilanie +5V.

Przed podłączeniem zasilania do modułu należy zmienić wartość rezystora R1, przedstawionego na schemacie bloku analogowego generatora (rys.3 części II artykułu) z 220 Ω na 150 Ω . Wynika to z większego poboru mocy po dołączeniu modułu rozbudowy.

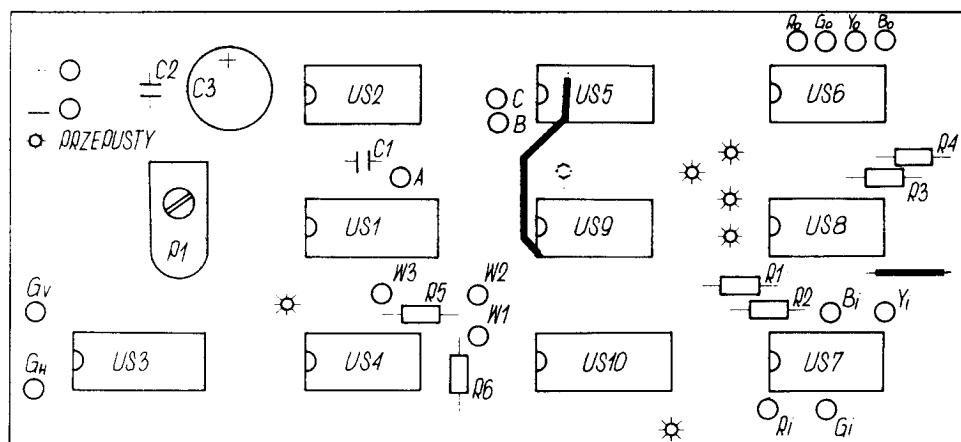
Poprawnie zmontowany układ nie wymaga uruchamiania. Po odpowiednim podłączeniu do układu generatora i włączeniu zasilania, na ekranie powinny pojawić się kolorowe pasy pionowe. Naciskanie przycisku TEST powinno przełączać testy w podanej wyżej kolejności. Jedyną czynnością regulacyjną jest ustawienie grubości linii pionowych kraty przy pomocy potencjometru montażowego P1.

W przypadku niepoprawnej pracy układu należy sprawdzić przy pomocy oscyloskopu przebiegi w poszczególnych punktach, zgodnie z rys. 2.

Pobór prądu całego generatora, po rozbudowie, ze źródła napięcia stałego +12V wynosi ok. 100 mA.



Rys. 4 Schemat płytki drukowanej strona elementów



Rys. 5 Rozmieszczenie elementów

Wykaz elementów

US1	- CD 4009 (lub CD 4049)
US2, US9	- CD 4071
US3	- CD 40103 (lub 40102)
US4	- CD 4013
US5÷US8	- CD 4066
US10	- CD 4017
R1÷R6	- 15 kΩ/0,125 W
C1	- 33 pF ceramiczny typu KCPf

C2	- 47 nF ferroelektryczny typu KFP
C3	- 10 μF/16 V typ 04/U
P1	- 10 kΩ typ TVP 1212

płytką drukowaną dwustronna numer 032

Płytką drukowaną jest wysyłana za zaliczeniem
Cena: 23400 zł + koszty wysyłki.

mgr inż. Wiesław Tomala ◇

Termometr cyfrowy z regulatorem temperatury

Nośniki energii drożeją w zastraszającym tempie. Tak więc efektywna gospodarka energią elektryczną lub gazem nabiera coraz większego znaczenia. Urządzenie opisane w tym artykule pomoże rozwiązać niektóre problemy związane z ogrzewaniem mieszkań i domków jednorodzinnych. Termoregulator pozwala uprościć obsługę urządzeń grzewczych, a także zapewnia utrzymanie stałej temperatury w pomieszczeniach bez względu na warunki panujące na zewnątrz. Podłączenie dodatkowego zegara sterującego zwiększa jeszcze dodatkowo oszczędności na prądzie lub gazie.

Pomiary temperatury zaliczamy do grupy pomiarów wielkości nieelektrycznych. Dlatego też do tych pomiarów potrzebne są przetworniki zamieniające wielkość fizyczną jaką jest np. temperatura na wielkość elektryczną (prąd, napięcie). Najczęściej do pomiarów używane są dwa rodzaje przetworników. Pierwsze z nich to przetworniki parametryczne, a więc takie w których wykorzystuje się wpływ temperatury na rezystywność, przenikalność magnetyczną. Drugi rodzaj to przetwor-

niki generacyjne, do których można zaliczyć termoelementy (termopary).

Z punktu widzenia praktycznego od przetworników wymaga się dużej czułości, szerokiego zakresu temperatur pracy oraz liniowości przetwarzania. Często wymogi te są ze sobą sprzeczne.

Bardzo szeroko rozpowszechnionym, a zarazem dokładnym przetwornikiem jest termorezystor wykonany z drutu platynowego. Jednakże dla amatorów jest on często nieosiągalny. Dlatego też wybrano inny przetwornik jakim jest krzemowa dioda półprzewodnikowa. Nie jest to przetwornik idealny, ale do naszych zastosowań jest wystarczający, a co najważniejsze ogólnie dostępny.

Napięcie przewodzenia diody krzemowej maleje ze wzrostem temperatury w przybliżeniu o około $-2,0 \div -2,3 \text{ mV}/^\circ\text{C}$. Czułość zależy od typu zastosowanej diody. Zależność ta w zakresie temperatur $-20^\circ\text{C} \div +100^\circ\text{C}$ jest w przybliżeniu liniowa.

Opis układu

Urządzenie można podzielić na dwa bloki funkcjonalne. Jednym z nich jest układ pomiaru temperatury,

a drugim termoregulator. Aby uzyskać większą czułość przetwornika zastosowano w nim cztery szeregowo połączone diody krzemowe D2÷D5. Ich czułość wynosi około $-9 \text{ mV}/^{\circ}\text{C}$. Zasilane są one prądem o stałym natężeniu przez rezystor R1. Dioda Zenera D1 pełni funkcję pomocniczego stabilizatora napięcia o małym współczynniku temperaturowym.

Napięcie z diod doprowadzone jest do wejścia odwracającego wzmacniacza operacyjnego US1, pracującego w układzie wzmacniacza różnicowego, o wzmacnieniu 1,5 raza. Do drugiego wejścia wzmacniacza doprowadzono napięcie z potencjometru P1. Napięcia te

są od siebie odejmowane. Napięcie z suwaka potencjometru jest stałe (nie zależy od temperatury), natomiast napięcie na diodach D1÷D4 maleje o ok. $9 \text{ mV}/^{\circ}\text{C}$. Z uwagi na to, że napięcie z diod doprowadzono do wejścia odwracającego, na wyjściu wzmacniacza uzyskuje się zmiany napięcia w zakresie $0 \div 1 \text{ V}$. Potencjometr P1 spełnia funkcję zerowania układu, a P2 umożliwia ustalenie czułości. Kondensatory C7÷C10 mają na celu eliminację zakłóceń. Napięcie wyjściowe może być mierzone miliwoltomierzem opisanym w PE 4/92, z rozdzielczością $0,1^{\circ}\text{C}$.

Zasady prenumeraty

Prenumeratę przyjmujemy począwszy od pierwszego numeru za rok 1993 – po otrzymaniu przez Wydawnictwo ARTKELE kuponu wpłaty. Aby mieć gwarancję, że prenumerata rozpocznie się od pierwszego numeru prosimy dokonać wpłaty odpowiednio wcześniej, tak aby wypełniony kupon dotarł do Wydawnictwa przed końcem roku 1992.

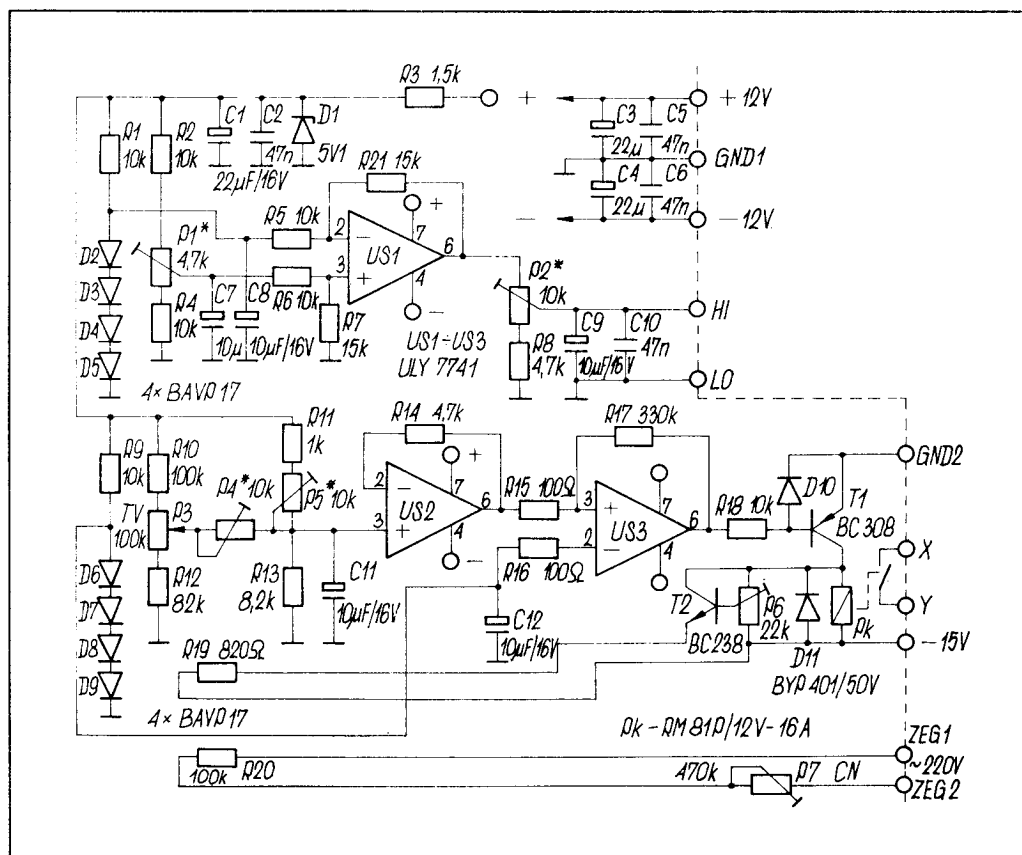
Wypełniając kupon należy wpisać:

- kwotę (cyframi i słownie) równą wartości zamawianych numerów czasopisma.

- imię i nazwisko oraz adres (koniecznie z kodem pocztowym) prenumeratora. Prosimy o czytelne wypełnienie kuponu, gdyż pozwoli to uniknąć pomyłek.
- odcinek przekazu "Pokwitowanie dla wpłacającego" prosimy zachować.
- zaprenumerowane egzemplarze czasopisma będą wysyłane na adres wskazany przez zamawiającego na odcinku przekazu "Odcinek dla posiadacza rachunku" w rubryce "Adres wysyłki".
- Wydawnictwo ARTKELE nie ponosi odpowiedzialności za problemy wynikłe z błędnego wypełnienia przekazu.

Cena dla prenumeratorów wynosi 9000 zł wraz z kosztami wysyłki za jeden egzemplarz pisma Praktyczny Elektronik do końca 1993 roku.

Zamawiam prenumeratę: «Praktyczny Elektronik»				Zamawiam prenumeratę: «Praktyczny Elektronik»				Zamawiam prenumeratę: «Praktyczny Elektronik»			
wybrany okres prenumeraty zaznaczyć krzyżykiem				wybrany okres prenumeraty zaznaczyć krzyżykiem				wybrany okres prenumeraty zaznaczyć krzyżykiem			
I kwartał 1993r. 27.000,-	II kwartał 1993r. 27.000,-	III kwartał 1993r. 27.000,-	IV kwartał 1993r. 27.000,-	I kwartał 1993r. 27.000,-	II kwartał 1993r. 27.000,-	III kwartał 1993r. 27.000,-	IV kwartał 1993r. 27.000,-	I kwartał 1993r. 27.000,-	II kwartał 1993r. 27.000,-	III kwartał 1993r. 27.000,-	IV kwartał 1993r. 27.000,-
Cena 1 egzemplarza wraz z kosztami wysyłki - 9.000,-zł				Cena 1 egzemplarza wraz z kosztami wysyłki - 9.000,-zł				Cena 1 egzemplarza wraz z kosztami wysyłki - 9.000,-zł			
----- ADRES WYSYŁKI:				----- ADRES WYSYŁKI:				----- ADRES WYSYŁKI:			
nazwisko (lub firma)				nazwisko (lub firma)				nazwisko (lub firma)			
□□ - □□□□				□□ - □□□□				□□ - □□□□			
kod pocztowy				kod pocztowy				kod pocztowy			
----- miejscowość				----- miejscowość				----- miejscowość			
----- ulica/numer domu				----- ulica/numer domu				----- ulica/numer domu			
kupon ważny do 31.12.1992r.				kupon ważny do 31.12.1992r.				kupon ważny do 31.12.1992r.			



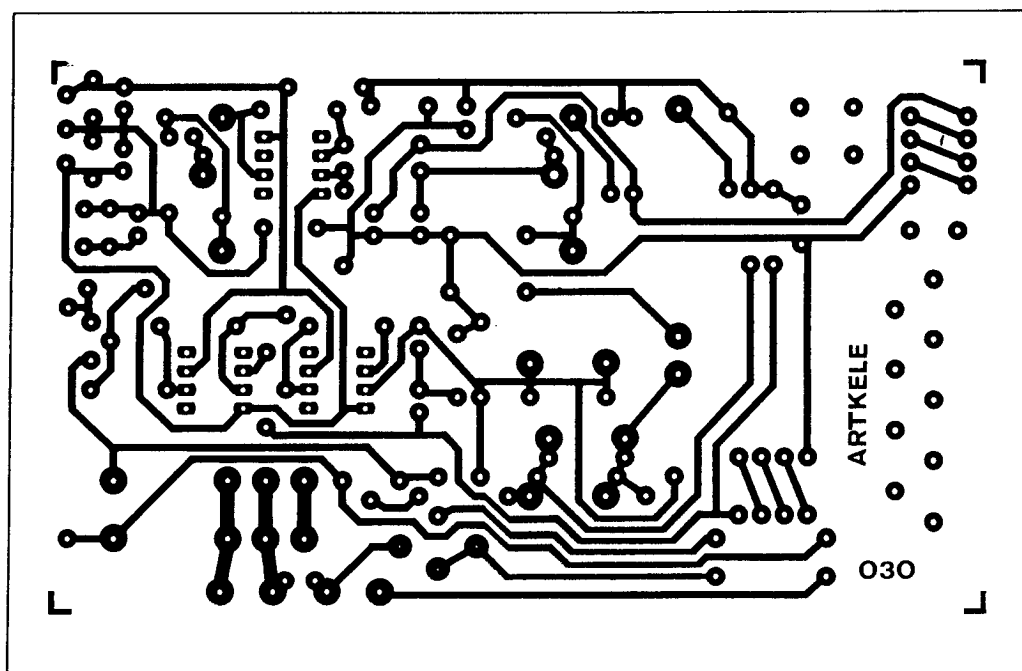
Rys. 1 Schemat ideowy termometru z regulatorem

W skład termoregulatora wchodzi również cztery diody D6÷D9, z których napięcie doprowadzone jest do wejścia komparatora US3. Do drugiego wejścia komparatora dołączono napięcie pochodzące z układu dzielników rezystorowych.

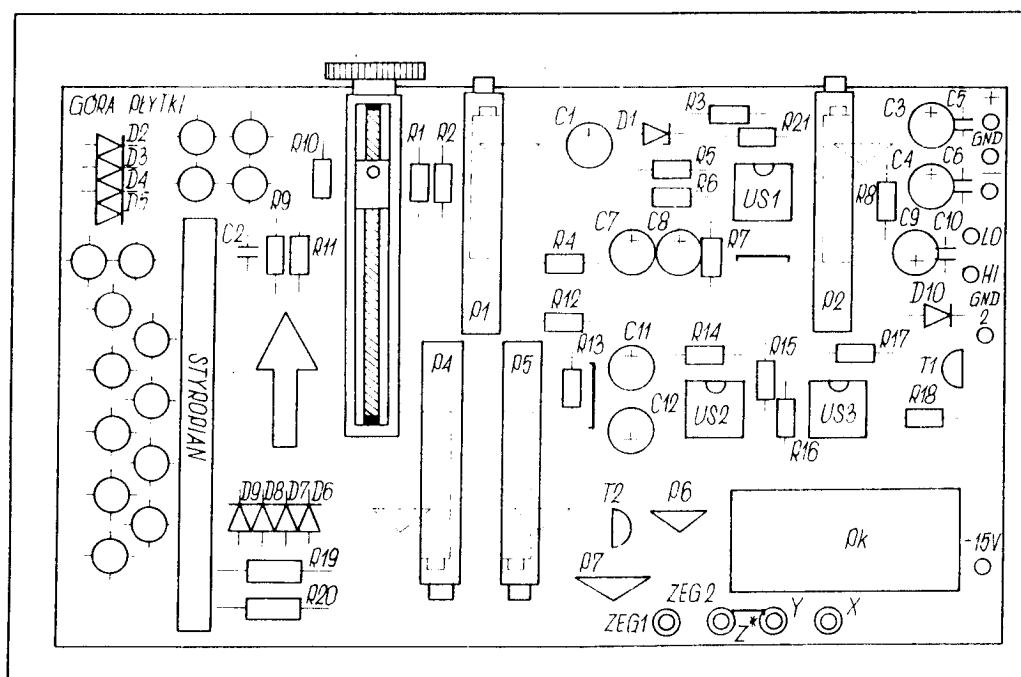
Dość skomplikowany układ tych dzielników wynika z konieczności zastosowania precyzyjnego potencjometru regulacji temperatury jaką chcemy uzyskać w pomieszczeniu. W przedstawionym rozwiązaniu zdecydowano się na potencjometr wieloobrotowy stosowany w programatorach zintegrowanych głowic telewizyjnych. Jest on dość łatwo dostępny, ale jego wartość rezystancji wynosi 100 kΩ, co spowodowało rozbudowę układu. Zakres regulacji temperatury wynosi od ok. 15 °C do 25 °C co w praktyce jest w zupełności wystarczające.

Potencjometr P5 przeznaczony jest do zerowania układu, a potencjometr P4 ustawia zakres regulacji potencjometrem P3.

Pokwitowanie dla wpłacającego	Odcinek dla posiadacza rachunku	Odcinek dla banku
zł.....	zł.....	zł.....
słownie.....	słownie.....	słownie.....
wpłacający.....	wpłacający.....	wpłacający.....
dokładny adres	dokładny adres	dokładny adres
na rachunek:	na rachunek:	na rachunek:
ARTKELE ul. Olbrychta 18, Zielona Góra	ARTKELE ul. Olbrychta 18, Zielona Góra	ARTKELE ul. Olbrychta 18, Zielona Góra
Komunalny Bank Spółdzielczy w Zielonej Górze 997283-102847-136-61	Komunalny Bank Spółdzielczy w Zielonej Górze 997283-102847-136-61	Komunalny Bank Spółdzielczy w Zielonej Górze 997283-102847-136-61
Opłata zł.....	Opłata zł.....	Opłata zł.....
datownik podpis przyjm.	datownik podpis przyjm.	datownik podpis przyjm.



Rys. 2 Schemat płytki drukowanej termometru z regulatorem



Rys. 3 Rozmieszczenie elementów termometru z regulatorem

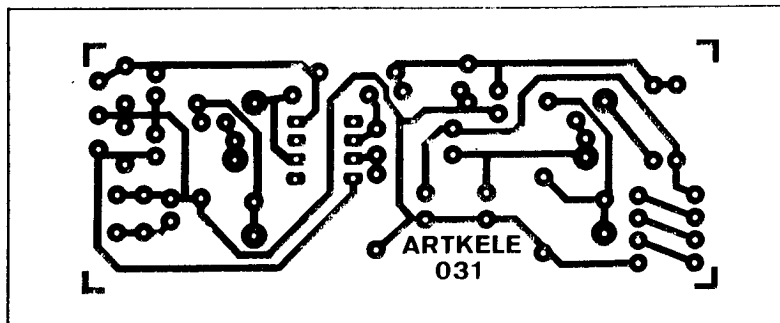
Wzmacniacz operacyjny US2 zapewnia małą rezystancję wyjściową konieczną do prawidłowej pracy komparatora. Rezystor R14 zapewnia minimalny dryft termiczny napięcia niezrównoważenia wzmacniacza US2.

W skład termoregulatora wchodzi również cztery diody D6÷D9, z których napięcie doprowadzone jest do wejścia komparatora US3. Do drugiego wejścia komparatora dołączono napięcie pochodzące z układu dzielników rezystorowych. Dość skomplikowany układ tych dzielników wynika z konieczności zastosowania precyzyjnego potencjometru regulacji temperatury jaką chcemy uzyskać w pomieszczeniu. W przedstawionym rozwiązaniu zdecydowano się na potencjometr wieloobrotowy stosowany w programatorach zintegrowanych głowic telewizyjnych. Jest on dość łatwo dostępny, ale jego wartość rezystancji wynosi 100 kΩ, co spowodowało rozbudowę układu. Zakres regulacji temperatury wynosi od ok. 15 °C do 25 °C co w praktyce jest w zupełności wystarczające.

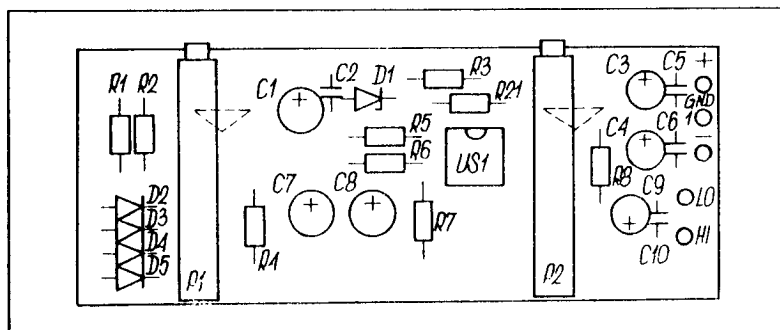
Potencjometr P5 przeznaczony jest do zerowania układu, a potencjometr P4 ustawia zakres regulacji potencjometrem P3. Wzmacniacz operacyjny US2 zapewnia małą rezystancję wyjściową konieczną do prawidłowej pracy komparatora. Rezystor R14 zapewnia minimalny dryft termiczny napięcia niezrównoważenia wzmacniacza US2.

Komparator pracuje z niewielką pętlą histerazy, która wynosi około 0,4 °C. Szerokość pętli zależy od rezystora R17 i rośnie wraz ze zmniejszaniem jego wartości. Wyjście komparatora steruje przełącznikiem Pk za pośrednictwem tranzystora T1. Dioda D10 spełnia podwójne zadanie. Z jednej strony zabezpiecza złącze baza-emiter tranzystora T1 przed uszkodzeniem gdy na wyjściu komparatora jest stan wysoki. Z drugiej zapewnia stałą wartość prądu wyjściowego komparatora bez względu na stan napięcia na jego wyjściu co ustala warunki termiczne panujące w strukturze zmniejszając zatem dryft ciepły napięcia niezrównoważenia. Styki przełącznika, o obciążalności prądowej 16 A mogą bezpośrednio sterować grzejnikiem elektrycznym o mocy do 3 kW, lub włączać elektrozałów w piecu gazowym.

Do prawidłowej pracy termoregulatora potrzebny jest jeszcze układ w skład którego wchodzi T2, P6, R19.



Rys. 4 Schemat płytki drukowanej termometru



Rys. 5 Rozmieszczenie elementów termometru

W momencie załączenia przekaźnika tranzystor T2 zostaje wystawiany i przez rezystor R19 zaczyna płynąć prąd, powodując jego nagrzewanie. Rezystor ten jest umieszczony w pobliżu diod D6÷D9, zatem ma on możliwość podgrzewania diod pomiarowych. Na pierwszy rzut oka wydaje się to bezsensowne. Prześledźmy jednak dokładnie pracę układu.

W pomieszczeniu, w którym umieszczony jest termoregulator temperatura obniżyła się poniżej nastawionego poziomu co spowodowało włączenie ogrzewania. Koloryfery, albo grzejnik elektryczny rozgrzewają się powoli z uwagi na ich dużą bezwładność cieplną. W tym czasie diody przetwornika temperatury są także powoli podgrzewane przez rezystor R19, co w konsekwencji doprowadza do przekroczenia górnego progu nastawionej temperatury (dwa progi wynikają z histerezy komparatora) i wyłączenie ogrzewania mimo, że w pomieszczeniu jeszcze nie zrobiło się dostatecznie ciepło. Mimo wyłączenia ogrzewania rozgrzane grzejniki w dalszym ciągu oddają ciepło do otoczenia, w pomieszczeniu robi się coraz cieplej. Po pewnym czasie gdy grzejniki ostygną temperatura zacznie powoli opadać, aż osiągnie poziom przy którym ogrzewanie zostanie ponownie włączone. Cykl powtarza się.

Z opisu działania układu wynika, że ogrzewanie jest włączane przy dolnym progu, a wyłącza się w momencie przekroczenia górnego progu, co odpowiada sumie temperatury w pomieszczeniu i dodatkowego podgrzania diod. Prawidłowo wyregulowany układ zapewnia wahania temperatury w pomieszczeniu ok. $0,8 \div 1,0$ °C (zwróćmy uwagę, że histereza komparatora jest dużo mniejsza i wynosi ok. $0,4$ °C). Bez tego prostego układu zmiany temperatury, w zależności od mocy zainstalowanej urządzeń grzewczych i czynników zewnętrznych wynoszą $1,5 \div 2,5$ °C co jest już wyraźnie odczuwalne i powoduje pewien dyskomfort.

Dalsze oszczędności przy ogrzewaniu można uzyskać obniżając

temperaturę w mieszkaniu w nocy, a także w dzień w czasie kiedy nikogo nie ma w domu. Aby to uzyskać konieczna jest współpraca termoregulatora z zegarem strefowym. Powoduje on włączenie zasilania w obwodzie potencjometru P7 i rezystora R20, który podgrzewa diody czujnika, co w efekcie daje obniżenie temperatury w pomieszczeniu. Zegary strefowe często mają połączone styki robocze z jednym z biegunów sieci energetycznej, dlatego też ten fragment układu nie jest połączony elektrycznie z resztą urządzenia.

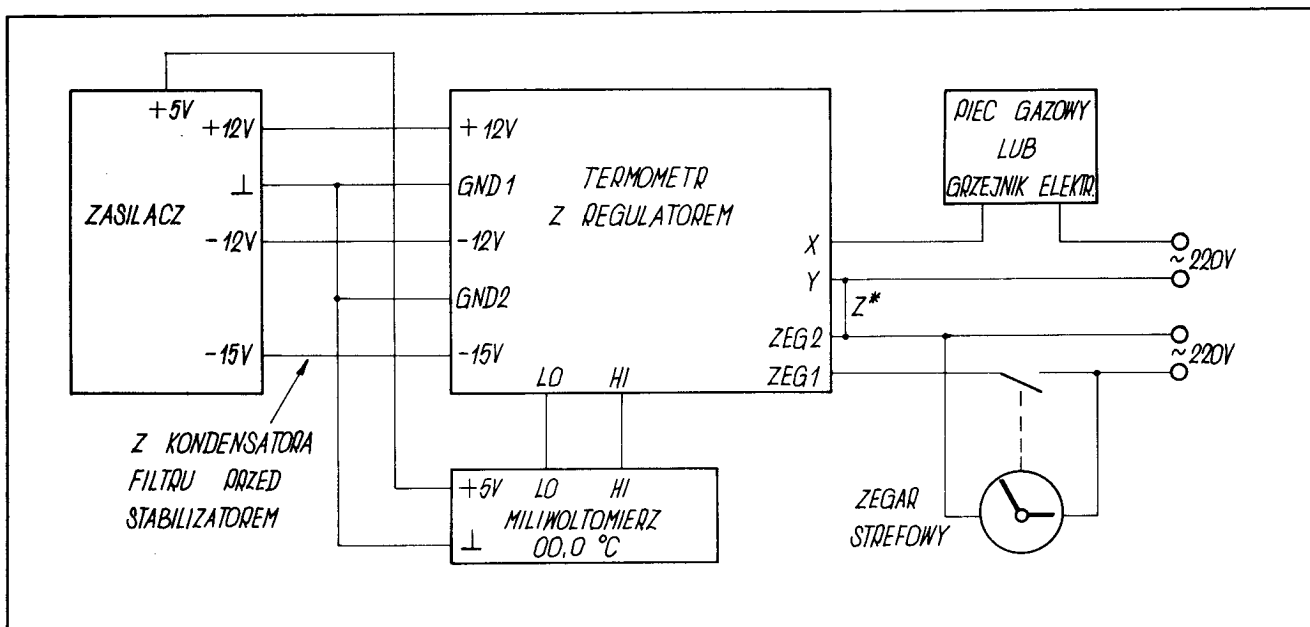
Transformator sieciowy i zasilacz musi być umieszczony poza obudową termometru, gdyż wydziela on duże ilości ciepła mogące fałszować wyniki pomiaru.

Na zakończenie można jeszcze dodać, że w naszych warunkach klimatycznych moc zainstalowana powinna wynosić ok. 110 W/m^2 w części zachodniej kraju i $120 \div 130 \text{ W/m}^2$ w części centralnej i wschodniej (ostrzejsze zimy). Nie znaczy to wcale, że taka moc jest pobierana ciągle, ale układ musi mieć pewien zapas mocy przy sterowaniu impulsowym.

Montaż i uruchomienie

Układ zmontowano na płytce drukowanej na której umieszczono także diody przetworników. Nic nie stoi na przeszkodzie, aby diody te umieścić poza płytką. Można wykorzystać termometr do pomiaru temperatury na zewnątrz budynku (woltomierz na układzie C 520D wskaże też temperatury ujemne). Należy pamiętać, że sam układ pomiarowy powinien pracować w zakresie temperatur otoczenia: $-15 \div 25$ °C. Zastosowanie dwóch łańcuchów diod pomiarowych przełączanych przełącznikiem nie jest wskazane z uwagi na duży rozrzut ich parametrów. Jeżeli ktoś zdecyduje się wypróbować takie rozwiązanie zalecamy stosowanie diod z tej samej serii produkcyjnej (najlepiej z jednej paczki fabrycznej lub taśmy).

W pierwszej kolejności montujemy cały układ bez diod termometru (D2÷D5). Diody te łączymy szeregowo i wkładamy do rurki izolacyjnej z tworzywa i łączymy za pomocą przewodów z płytką. Dopiero po przeprowadzeniu kalibracji termometru wlutowujemy je w płytkę drukowaną na wysokości ok. 1 cm od niej, aby zapewnić swobodny przepływ powietrza wokół nich. Także obudowa urządzenia powinna posiadać dużo otworów wentylacyjnych.



Rys. 6 Schemat blokowy połączeń

W opisywanym układzie zastosowano potencjometry montażowe wieloobrotowe (mogą być one produkcji krajowej lub zachodniej). Dla tych którzy nie mogą dostać takich potencjometrów przewidziano na płycie otwory pod zwykłe potencjometry typu TVP. Wymagają one dobrania rezystorów szeregowych tak aby ograniczyć ich zakres regulacji, co poprawi stabilność nastaw.

Do regulacji termometru potrzebna jest woda destylowana (w ostateczności może być przegotowana). Z wody tej przygotowujemy kostki lodu. Kostki wrzucamy do szklanki z wodą i wstawiamy do lodówki na czas min. 1 godz. Sprawdzamy czy lód nie stopił się całkowicie, jeżeli tak to dokładamy następne kostki. Tak przygotowana mieszanina wody z lodem zapewnia nam temperaturę 0°C. W drugim naczyniu zagotowujemy wodę, powinna się ona cały czas gotować powoli, co zapewni nam temperaturę 100 °C.

Zasilanie termometru włączamy na, co najmniej dziesięć minut przed kalibracją. Suwak potencjometru P2 ustawiamy w górnej pozycji (patrz schemat ideowy). Do wyjścia HI i LO podłączamy miliwoltomierz. Wyjmujemy z lodówki mieszaninę wody z lodem i wkładamy do niej łańcuch diod uważając aby woda nie nalała się do rurki izolacyjnej. Wodę mieszamy cały czas. Potencjometrem P1 ustawiamy wskazania woltomierza na 000 mV. Operację tą przeprowadzamy po ok. 1 min od zanurzenia diod (czas potrzebny na ustabilizowanie się temperatury). Następnie diody zanurzamy w gotującej się wodzie i ustawiamy wskazania woltomierza na 999.

Regulację termoregulatora przeprowadzamy w pomieszczeniu o temperaturze 20 ± 1 °C. Suwak potencjometru P3 i P4 ustawiamy w pozycji środkowej. Pomiedzy anodę diody D6, a wejście nieodwracające wzmacniacza US2 (nóżka 3) włączamy miliwoltomierz, zaci-

skiem gorącym do wejścia wzmacniacza. Regulując potencjometrem P5 ustawiamy wskazania miliwoltomierza na 000 mV. Następnie ustawiamy suwak potencjometru P3 w położenie górne (patrz schemat ideowy) i regulując potencjometrem P4 ustawiamy wskazania miliwoltomierza na około +50 mV. Dla drugiej skrajnej pozycji suwaka potencjometru wskazania powinny wynosić około -50 mV (nie uda się ustawić dokładnie wskazań ± 50 mV dla skrajnych pozycji P3).

Dalsze regulacje przeprowadzamy już w współpracującym z systemem ogrzewania układzie. Połączenie termoregulatora przedstawiono na schemacie blokowym. Regulator umieszczamy na ścianie wewnętrznej budynku z dala od przewodów kominowych i innych źródeł ciepła na wysokości ok 1,5÷1,7 m nad poziomem podłogi. Regulator powinien być umieszczony w miejscu gdzie nie występują silne przepływy powietrza (odpada korytarz), nie może także świecić na niego słońce.

Regulując potencjometrem P6 staramy doprowadzić się do sytuacji w której ogrzewanie włącza się ok. pięć razy na godzinę, a wahania temperatury w miejscu zawieszenia regulatora nie przekraczają 1 °C. Zbyt częste włączanie się urządzeń grzewczych obniża ich sprawność, zbyt rzadkie włączanie prowadzi do dużych wahań temperatury. Regulacja ta może zająć nawet kilka dni.

Na końcu potencjometrem P7 regulujemy obniżenie się temperatury do zadanej wielkości (np. o 3 °C w stosunku do temperatury normalnie ustawionej potencjometrem P3), przy włączonym zasilaniu w jego obwodzie. Ostatnią czynnością jest ustawienie zegara strefowego, tak aby obniżał temperaturę w zadanych odcinkach czasu. Należy przy tym uwzględnić (doświadczalnie) bezwładność cieplną systemu grzewczego i pomieszczenia.

Prawidłowo wyregulowany układ pracujący z obniżaniem temperatury w nocy i w ciągu dnia o 3 °C przez łączny czas 12 godz. pozwala na osiągnięcie oszczędności energii rzędu 30%.

Dla czytelników którzy zechcą zmontować sam termometr zaprojektowaliśmy oddzielną płytkę. Numeracja elementów jest taka sama jak w układzie termometru z termoregulatorem.

Wykaz elementów

US1÷US3	– ULY 7741 (μ A 741, LM741)
T1	– BC 308 lub dowolny pnp
T2	– BC 238 lub dowolny npn
D1	– BZP 683 C5V1
D2÷D10	– BAVP 17÷21 (1N4148)
D11	– BYP 401-50÷100 (1N4001÷1N4007)
R1, R2, R4, R5,	
R6, R9, R18	– 10 k Ω /0,125 W
R3	– 1,5 k Ω /0,125 W
R7, R21	– 15 k Ω /0,125 W
R8, R14	– 4,7 k Ω /0,125 W
R10	– 100 k Ω /0,125 W
R11	– 1 k Ω /0,125 W
R12	– 82 k Ω /0,125 W
R13	– 8,2 k Ω /0,125 W

R15, R16	– 100 Ω /0,125 W
R17	– 330 k Ω /0,125 W
R19	– 820 Ω /0,25 W
R20	– 100 k Ω /0,5 W
C1, C3, C4	– 22 μ F/16 V typ 04/U
C2, C5, C6, C10	– 47 nF typ KFP
C7, C8, C9, C11, C12	– 10 μ F/16 V typ 04/U
P1	– 4,7 k Ω typ CT32 prod. TELPOD
P2, P4, P5	– 10 k Ω typ CT32 prod. TELPOD
P3	– 100 k Ω WT26xx, WT27xx
P6	– 22 k Ω typ TVP 1232 "stojący"
P7	– 470 k Ω typ CN15.2 (1 W)
Pk	– RM 81P/12 V/16 A prod. ZP ŻARY

płytką drukowaną numer 030

(termometr z termoregulatorem)

płytką drukowaną numer 031 (termometr)

Płytką drukowaną wysyłana jest za zaliczeniem pocztowym.

Ceny: płytką numer 030 - 13500 zł,

płytką numer 031 - 4800 zł + koszty wysyłki.

mgr inż. Maciej Bartkowiak ◇

Dokończenie tekstu ze str. 2

Przy okazji pomiarów napięć zmiennych nie sposób pominąć dwóch także bardzo ważnych zagadnień. Jedno z nich to zakres częstotliwości napięć mierzonych. Mierniki analogowe najczęściej mierzą napięcia w zakresach od kilkunastu herców do około dwudziestu kiloherców, natomiast popularne mierniki cyfrowe mają znacznie węższy zakres częstotliwości. Dla przykładu możemy podać, że często stosowany miernik typu METEX serii 3600 ma zakres częstotliwości mierzonych 40÷400 Hz. Dane te są "maskowane" przez producentów i trzeba dokładnie przejrzeć instrukcję obsługi przy zakupie takiego miernika.

Druga rzecz dotyczy mierników analogowych, w których dla pomiarów napięć i prądów zmiennych wydzielona jest druga podziałka, nieliniowa w zakresie ma-

łych wartości. Wynika to z charakterystyki diod prostownika. Odrębna podziałka jest przyczyną częstych błędów przy odczycie (z przyzwyczajenia zapominamy o tym, że dokonujemy pomiaru napięcia zmiennego i odczytujemy wynik na podziałce stałoprądowej).

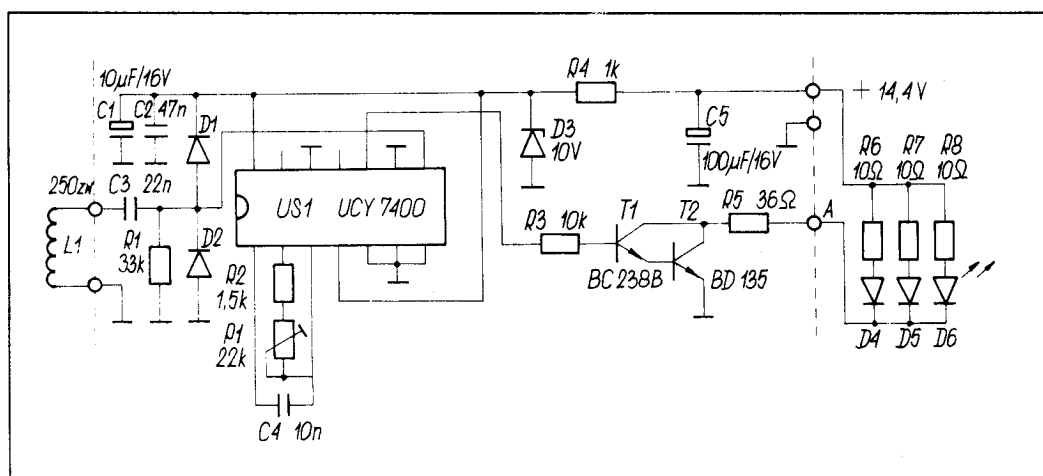
Odrębna grupa pomiarów to pomiary napięć impulsowych. Pomiary te przeprowadza się przy pomocy oscyloskopu. Dokładność takiego pomiaru jest niewielka i wynosi od 2÷5 %. Oscyloskop pozwala mierzyć napięcia szczytowe (U_s) i międzyszczytowe (U_{ss}). Przy pomiarach tych istotne znaczenie ma nie tylko wartość napięcia, ale także kształt mierzonego przebiegu. Dlatego też wartość napięcia podana jest razem z rysunkiem oscylogramu. Tak opisane przebiegi można spotkać w instrukcjach serwisowych odbiorników telewizyjnych.

Redakcja ◇

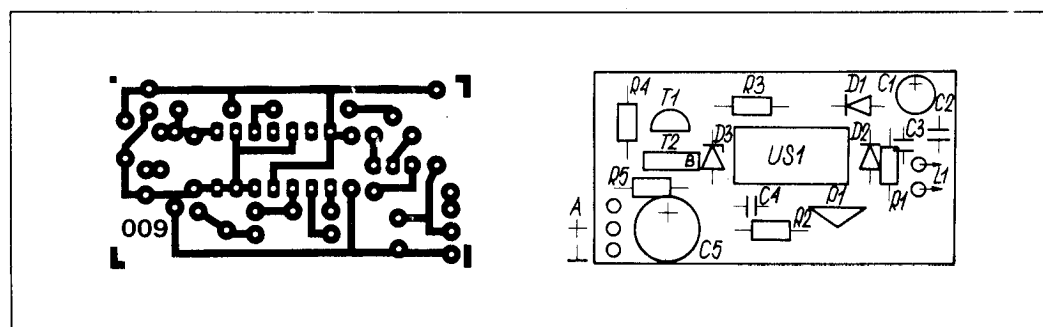
Stroboskop samochodowy

Regulacja kąta wyprzedzenia zapłonu w silniku benzynowym samochodu ma bardzo duży wpływ na jego parametry, takie jak moc i zużycie paliwa. Regulacja ta jest bardzo prosta, ale wymaga stosowania lampy stroboskopowej. W artykule opisano układ stroboskopu wykorzystujący diody świecące hyper jasne. Koszt wykonania stroboskopu jest niewielki, stanowi on zaledwie jedną trzecią ceny regulacji kąta wyprzedzenia zapłonu w warsztacie.

Na wstępie kilka słów o teorii ustawienia kąta wyprzedzenia zapłonu. Moment zapłonu musi być dobrany w taki sposób, aby ciśnienie w cylindrze osiągnęło maksymalną wartość w chwilę po przejściu przez tłok górnego położenia w cyklu sprężania. Z uwagi na ograniczoną szybkość rozprzestrzeniania się płomienia w całym ładunku mieszanki zapłon musi następować jeszcze w cyklu sprężania tzn. przed osiągnięciem przez tłok górnego położenia.



Rys. 1 Schemat ideowy stroboskopu



Rys. 2 Schemat płytki drukowanej i rozmieszczenia elementów

silnika. Do zmiany kąta wyprzedzenia w funkcji obrotów wału korbowego służy najczęściej odśrodkowy regulator wyprzedzenia umieszczony w aparacie zapłonowym. Dodatkowo kąt wyprzedzenia zmienia się w funkcji obciążenia silnika i regulowany jest w oparciu o zmiany podciśnienia w kanale dolotowym.

Z powyższego opisu widać, że ustawienie kąta wyprzedzenia jest bardzo ważne. W instrukcji każdego samochodu możemy znaleźć zapis o wartości kąta wyprzedzenia.

Opis układu

Stroboskop zbudowano w oparciu o popularny układ CMOS 4047. Pracuje on w układzie multiwibratora monostabilnego, wyzwalanego impulsami indukowanymi w cewce L1.

Kątem wyprzedzenia zapłonu nazywa się kąt, o jaki obróci się wał korbowy pomiędzy zapłonem mieszanki, a górnym położeniem tzw. zwrotem wewnętrznym. Kąt wyprzedzenia ma wpływ na uzyskiwaną moc silnika, zużycie paliwa, toksyczność spalin i trwałość mechaniczną silnika.

Jeżeli mieszanka zapala się zbyt wcześnie, to wzrost ciśnienia w cylindrze następuje w trakcie suwu sprężania i przeciwdziała ruchowi tłoka. Powoduje to detonacyjne spalanie się mieszanki paliwowej. Wpływa to niekorzystnie na układ korbowy silnika powodując jego szybkie zużycie. Stan taki możemy stwierdzić na słuch. Objawia się on jako charakterystyczne "dzwonienie", często mylnie nazywane dzwonieniem zaworów.

W przypadku zbyt późnego zapłonu maksimum ciśnienia w cylindrze jest wyraźnie opóźnione i znacznie mniejsze. Wskutek późniejszego spalania się mieszanki znacznie wzrasta temperatura spalin w momencie otwierania się zaworu wydechowego co jest przyczyną szybszej korozji termicznej zaworów i układu wydechowego (szybkie wypalanie się tłumików). Powoduje to także szkodliwe przegrzewanie się silnika, co szczególnie dotyczy silników chłodzonych powietrzem.

Czas spalania się mieszanki paliwowo-powietrznej wynosi kilka milisekund, w związku z czym kąt wyprzedzenia zapłonu musi też zależeć od prędkości obrotowej

Układ reaguje na zbocze narastające impulsów. Układ różniczkujący C3 i R1 poprawia kształt zbocza impulsów pochodzących z cewki L1. Diody D1 i D2 zabezpieczają wejścia układu przed przepięciami pochodzącymi z przebiegów w układzie zapłonowym. Potencjometr P1 pozwala na regulację szerokości impulsu wyjściowego.

Z wyjścia układu US1 sterowany jest bezpośrednio stopień Darlingtona, tranzystory T1 i T2, w którego obwód kolektorowy włączono diody świecące D4÷D6. Rezystor R5 ogranicza prąd diod, a rezystory R6÷R8 wyrównują rozptył prądu pomiędzy poszczególne diody świecące.

Montaż i uruchomienie

Układ zmontowano na płytce drukowanej. Diody świecące wraz z rezystorami wyrównawczymi umieszczono poza płytką. Cewkę L1 nawinięto drutem ϕ 0,1÷0,2 (250÷300 zwojów) na rurce ϕ 30 mm wykonanej z tworzywa lub papieru.

Po zmontowaniu układu cewkę L1 nasuwamy na przewód wysokiego napięcia prowadzący do świecy pierwszego cylindra. Po włączeniu zasilania i uruchomieniu silnika skierowujemy światło diod na koło pasowe. Należy uważać aby przewody nie zostały wciągnięte przez pasek klinowy. Potencjometrem P1 regulujemy szerokość impulsu tak, aby uzyskać ostry znak

widoczny na kole pasowym. Diody nie zapewniają dostatecznej jasności, tak więc najlepiej czynności te wykonywać w garażu lub pod wieczór. Można też zamalować białą farbą znak na kole pasowym, co ułatwi obsługę. Kąt wyprzedzenia regulujemy przez delikatne pokręcanie aparatem zapiętym, na wartość opisaną w instrukcji obsługi samochodu.

Wykaz elementów

US1	- MCY 74047 (CD 4047)
T1	- BC 238B lub dowolny npn $h_{21} \geq 250$
T2	- BD 135 (BD 137, BD 139)
D1, D2	- BAVP 17÷21 (1N4148)
D3	- BZP 683 C10
D4÷D6	- L-813 SRCE, 10 (czerwona $\phi 10$ mm soczewka - bezbarwna, światłość $2\div 3$ cd przy $I_F=20$ mA)
R1	- 33 k Ω /0,125 W
R2	- 1,5 k Ω /0,125 W
R3	- 10 k Ω /0,125 W

R4	- 1 k Ω /0,125 W
R5	- 36 Ω /0,5 W
R6÷R8	- 10 Ω /0,25 W
C1	- 10 μ F/16 V typ 04/U
C2	- 47 nF typ KFP
C3	- 22 nF typ KFP
C4	- 10 nF typ KFP
C5	- 100 μ F/16 V typ 04/U
P1	- 22 k Ω typ TVP 1232 "stojący"
L1	- powietrzna 250÷300 zwojów drutem - ϕ 0,1÷0,2 na rdzeniu $\phi 30$ mm

płytką drukowaną numer 009

Płytką drukowaną wysyłana jest za zaliczeniem pocztowym.

Cena 2100 zł + koszty wysyłki.

D. C. ◇

Wzmacniacz słuchawkowy w klasie A

Wśród fanów muzyki dużą popularnością cieszą się odtwarzacze płyt kompaktowych. Zapewniają one bardzo wysoką jakość dźwięku, dlatego też wymagają współpracy z zestawami elektroakustycznymi o dobrych parametrach. W artykule opisano wzmacniacz słuchawkowy pracujący w klasie A, który powinien zadowolić najbardziej wymagających melomanów.

Praktycznie każdy odtwarzacz płyt kompaktowych wyposażony jest w wyjście słuchawkowe. Jakość sygnału na tym wyjściu pozostawia jednak wiele do życzenia. Dodatkową wadą wbudowanych wzmacniaczy jest mała moc wyjściowa i brak regulacji barwy dźwięku. Pewną poprawę jakości dźwięku można uzyskać korzy-

stając z gniazda słuchawkowego wzmacniacza mocy, ale przypomina to polowanie na zające z armatą.

Zarówno wzmacniacze słuchawkowe w odtwarzaczach kompaktowych jak i wzmacniacze mocy pracują w klasie AB. Praca w tej klasie zapewnia względnie wysoką sprawność energetyczną sięgającą 70% przy pełnymysterowaniu (dla znamionowego obciążenia).

Wzmacniacz przeciwsobny pracujący w klasie AB składa się w zasadzie z dwóch wzmacniaczy, z których jeden wzmacnia dodatkowo połowę sygnału, a drugi ujemne. Sumowanie przebiegów odbywa się na obciążeniu tzn. głośnikach lub słuchawkach.

Dokończenie tekstu w następnym numerze

ELEKTRONIKA TO PRZYSZŁOŚĆ
ZACZNIJ JUŻ TERAZ

NORD ELEKTRONIK
POLECA
NOWOCZESNE I ATRAKCYJNE

ZESTAWY DO SAMODZIELNEGO MONTAŻU

EFEKTY ŚWIETLNE, LINIJKI ŚWIETLNE, ŚCIEMNIACZE, ZASILACZE,
SYRENY ELEKTRONICZNE, WZMACNIACZE, POZYTYWKI,
STEROWNIKI WĘZY ŚWIETLNYCH, MODUŁY MIŁIWOLTOMIERZY
CYFROWYCH I WIELE INNYCH.

ZAPRASZAMY DO WSPÓŁPRACY INDYWIDUALNYCH
ODBIORCÓW, SKLEPY RTV, POLITECHNICZNE, SKŁADNICE
HARCERSKIE.

SPECJALNA OFERTA DLA SZKÓŁ
NAPISZ ZADZWOŃ - KATALOG OTRZYMASZ BEZPŁATNIE
NASZ ADRES:
NORD ELEKTRONIK UL. SŁONECZNA 4, 76-270 USTKA SKR. 136
TEL. (059) 146-616; 144-313; 146-154